Industry Canada
Research Publications Program

EDITOR: DALE W. JORGENSON

Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age

Industry Canada
Research Monograph

Canada

Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age

Industry Canada Research Publications Program

The Industry Canada Research Publications Program provides a forum for the analysis of key micro-economic challenges in the Canadian economy and contributes to an informed public debate on these issues. Under the direction of the Micro-Economic Policy Analysis Branch, the Program's research paper series features peer-reviewed analytical working papers and policy-related discussion papers written by specialists on micro-economic issues of broad importance.

The views expressed in these papers do not necessarily reflect the views of Industry Canada or of the federal government.

EDITOR: DALE W. JORGENSON

Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age

Industry Canada Research Monograph

National Library of Canada Cataloguing in Publication Data

Main entry under title-

Economic growth in Canada and the United States in the information age

"Industry Canada Research Monograph"
Text in English and French on inverted pages.
Title on added t.p.: La croissance économique au Canada et aux Etats-Unis à l'ère de l'information.
Includes bibliographical references.
Issued also on the Internet.
ISBN 0-662-67986-5
Cat. no. C21-26/2-2004

1. Industrial productivity - Canada.
2. Industrial productivity - United States.
3. Information technology - Economic aspects - Canada.
4. Information technology - Economic aspects - United States.
5. Canada - Economic conditions - 1971-1991.
6. Canada - Economic conditions - 1991- .
7. United States - Economic conditions - 1981-2001.

I. Jorgenson, Dale Weldeau, 1933- .
II. Canada. Industry Canada.

HC79.I52E32 2004 338.4'56'0971 C2004-980059-0E

The list of titles available in the Research Publications Program and details on how to obtain copies can be found at the end of this document. Summaries of research volumes and the full text of papers published in Industry Canada's various series and of our biannual newsletter, *MICRO*, are available on *Strategis*, the Department's online business information site, at http://strategis.gc.ca.

Comments should be addressed to:

Someshwar Rao
Director
Strategic Investment Analysis
Micro-Economic Policy Analysis
Industry Canada
10th Floor, East Tower
235 Queen Street
Ottawa, Ontario
K1A 0H5

Tel.: (613) 941-8187; Fax: (613) 991-1261; E-mail: rao.someshwar@ic.gc.ca

Table of Contents

104-05619/

CONTRIBUTORS *i*

FOREWORD *iii*

1. INTRODUCTION *1*

   Dale W. Jorgenson

2. INFORMATION TECHNOLOGY AND ECONOMIC GROWTH IN THE CANADIAN AND U.S. PRIVATE INDUSTRIES *7*

   Tarek M. Harchaoui, Faouzi Tarkhani & Bilkis Khanam

   Abstract *7*
   Introduction *7*
   The Extended Accounting Framework *11*
   Set Up 11
   The Production Possibility Frontier 12
   Data 14
   The Growth Resurgence Quantified *28*
   Contributions of Information Technology 28
   Sources of Economic Growth 36
   Sources of Labour Productivity Growth 42
   The Sectoral Sources of Multifactor Productivity Growth *44*
   Motivation 44
   Methodology and Data Sources 44
   Empirical Results 46
   Concluding Remarks *50*
   Endnotes *52*
   Acknowledgments *54*
   Bibliography *54*

3. INFORMATION TECHNOLOGY AND PRODUCTIVITY GROWTH: EVIDENCE FROM CANADIAN INDUSTRIES 57

Wulong Gu & Weimin Wang

Abstract *57*
Introduction *57*
Data Sources *59*
Output and Productivity Growth for the Business Sector *60*
Is the Productivity Growth Revival Linked to IT? *64*
Is the Productivity Acceleration Widespread? 64
Aggregation over Industries 66
The Link Between IT and the Productivity Revival Across Industries 68
Robustness Checks 71
The Role of Human Capital and Trade Openness for Productivity Growth *74*
Conclusion *76*
Endnotes *77*
Acknowledgments *78*
Bibliography *78*
Appendix *81*

4. SOURCES OF OUTPUT GROWTH IN CANADIAN AND U.S. INDUSTRIES IN THE INFORMATION AGE 83

Mun S. Ho, Someshwar Rao & Jianmin Tang

Abstract *83*
Introduction *83*
Empirical Framework *89*
Industry Analysis 89
Industrial Contributions to Aggregate Productivity Growth 91
Data and Measurement Issues *94*
Capital Input 95
Labour Input 98

Growth Accounting Results 100
Sources of Economic Growth at the Industry Level 100
Sources of Labour Productivity Growth at the Industry Level 114
Aggregate Growth and Sector Contributions 127
Conclusions 149
Endnotes 150
Acknowledgments 153
Bibliography 153
Appendix A 157
Appendix B 160

INDUSTRY CANADA RESEARCH PUBLICATIONS 167

Contributors

Wulong Gu
Statistics Canada

Tarek M. Harchaoui
Statistics Canada

Mun S. Ho
Resources for the Future

Dale W. Jorgenson
Harvard University

Bilkis Khanam
Industry Canada

Someshwar Rao
Industry Canada

Jianmin Tang
Industry Canada

Faouzi Tarkhani
Statistics Canada

Weimin Wang
Industry Canada

Foreword

THE THREE STUDIES PUBLISHED IN THIS MONOGRAPH have employed different concepts and methods for quantifying the contribution of information technologies to economic growth and productivity performance in Canada and the United States. However, their underlying data conform to the international standards recommended by the Organisation for Economic Co-operation and Development. Harchaoui, Tarkhani and Khanam have used an aggregate approach based on national accounts data (final demand gross domestic product), compared to the bottom-up approach by Ho, Rao and Tang and the econometric approach by Gu and Wang. Both papers have employed KLEMS (capital, labour, energy, materials, and services) based industry data. Despite differences in their approaches, the conclusions of the three studies are broadly similar.

The monograph is the result of the collaborative effort of Industry Canada, Statistics Canada and Harvard University. Within Industry Canada, the Policy Sector, the Industry Sector and the Spectrum, Information Technologies and Telecommunications Sector worked together on the project. The conclusions in the monograph reflect the views of the authors, but not necessarily those of Industry Canada, Statistics Canada and the institutions the authors are affiliated with.

Introduction:

Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age

1

Dale W. Jorgenson

THE U.S. ECONOMY HAS UNDERGONE A REMARKABLE RESURGENCE since the mid-1990s with accelerating growth in output, labour productivity, and total factor productivity. Jorgenson (2002) has shown that information technology has been an important driving force in the revival of the American economy. Canadian economic performance has also improved dramatically during the late 1990s. However, there are important differences between the Canadian and U.S. economies, especially in the relative importance of industries producing information technology (IT) equipment and software.

The purpose of this volume is to compare and analyze the sources of economic growth in Canada and the United States over the past two decades. This represents a continuation of the research program initially reported in the Industry Canada monograph, *Industry-level Productivity and International Competitiveness between Canada and the United States*, edited by Jorgenson and Lee (2001). The current volume incorporates important new data on productivity in Canada presented in the Statistics Canada monograph, *Productivity Growth in Canada – 2002*, edited by Baldwin and Harchaoui (2003).

In Chapter 2, Harchaoui, Tarkhani, and Khanam provide a detailed comparison of the forces behind the expansion of the private sectors in the Canadian and U.S. economies between 1981 and 2000. For the period as a whole, U.S. economic growth outstripped that in Canada by nearly a full percentage point. The contribution of capital services was the most important source of growth in both countries, while the contribution of labour services was next in importance. Growth of multifactor productivity was slightly negative for the two decades in Canada, but positive and substantial in the United States during the same period.

Both Canada and the United States experienced a slowdown during the period 1988-1995 and a sharp rebound after 1995. The slowdown in Canada before 1995 was much more severe than in the United States. The recovery in Canada was powered by a strong revival of multifactor productivity growth, a surge in the contribution of non-IT capital services, and rapid growth of the contribution of labour services from non-college educated workers. The contribution of investment in IT rose in both countries, but grew far more rapidly in the United States. The contribution of non-IT investment jumped considerably in both countries.

Harchaoui, Tarkhani, and Khanam present a detailed comparison of data for Canada and the United States. The Canadian data for their study are drawn from the Statistics Canada KLEMS (capital, labour, energy, materials, and services) data base, described in greater detail in the monograph by Baldwin and Harchaoui (2003). The U.S. data are taken from Jorgenson, Ho, and Stiroh (forthcoming). The close similarities between data sources and methodology for the two countries make it possible to trace the differences outlined above to differences in the structure and behaviour of the two economies.

In Chapter 3, Gu and Wang analyze the sources of economic growth for 122 Canadian industries, using the most detailed version of the Statistics Canada KLEMS data base. They divide these industries between 33 IT-intensive industries and 89 non-IT intensive industries. The strong revival of multifactor productivity growth after 1995 is the most important source of the Canadian growth revival; they show that this is pervasive among Canadian industries. Capital deepening due to investment in IT is relatively unimportant in the Canadian revival by contrast with the United States.

The surge in multifactor productivity growth in Canada after 1995 was strongest in IT-intensive industries. Gu and Wang attribute this to IT-induced organizational innovation and network effects. They find that IT-intensive industries made relatively little contribution to multifactor productivity growth before 1995. They also find that industries that had a larger share of university-educated workers made larger productivity gains after 1995. A possible explanation is that these workers are complementary to investments in IT equipment and software.

The Canadian KLEMS data base employed by Gu and Wang incorporates the results of recent research on the impact of changes in the composition of the Canadian labour force by age, sex, and education by Gu, Kaci, Maynard, and Sillamaa (2003). It also includes new estimates of capital inputs for Canadian industries by Harchaoui and Tarkhani (2003). These estimates reflect differences

in the behaviour of investment goods prices, for example, between IT and non-IT investment goods. The estimates also incorporate differences in service lives, depreciation rates, and tax treatments among different types of assets.

In Chapter 4, Ho, Rao, and Tang compare the sources of output growth for 34 industries in Canada and the United States. They show that IT-producing industries were the sources of much of the acceleration in multifactor productivity growth in the United States after 1995. The proportion of university-educated workers in the employed labour force is much smaller in Canada than the United States. Growth in the contribution of these workers to the growth of labour input was another important source of the U.S. growth resurgence in the late 1990s.

In order to isolate the differences in the behaviour of individual industries in Canada and the United States, Ho, Rao, and Tang have separated the 34 industries into three groups — IT-producing industries, IT-intensive industries, and industries that are not IT-intensive. They classify 3 industries — computers; communication and electronic equipment; and communications — as IT-producing industries, 9 other industries as IT-intensive industries, and the remaining 22 industries as non-IT-intensive industries.

The IT-producing industries grew at phenomenal rates in both Canada and the United States during the period 1981-2000, far exceeding the average of other industries. These industries contributed substantially more to U.S. than Canadian economic growth because of their greater relative importance in the U.S. economy. All three groups of industries contributed to the acceleration of economic growth in Canada and the United States after 1995. However, most of the acceleration in Canada was due to the non-IT-intensive industries, while in the United States, the acceleration took place mainly in the IT-intensive industries.

The results of this study are critically important in evaluating the prospects for future growth in Canada and the United States. Jorgenson, Ho, and Stiroh (2003) have shown that the rapid pace of economic growth in the United States during the late 1990s was not sustainable. This involved an expansion of hours worked at twice the rate of the growth of the working age population. The unemployment rate plummeted and the rate of participation in the labour force increased. Nonetheless, prospects for potential growth at sustainable rates have improved.

Jorgenson, Ho, and Stiroh (2003) have undertaken a similar, but less detailed, analysis of prospects for future Canadian economic growth. They project more rapid growth for the Canadian labour force than the United States. Labour quality, defined as labour input per hour worked, is also projected to grow more rapidly in Canada than in the United States as Canadian levels of educational attainment approach U.S. levels. However, multifactor productivity growth is projected to be slower in Canada than in the United States, mainly due to the greater relative importance of IT-producing industries in the United States.

Growth rates for the two countries are gradually converging, but the growth potential for Canada remains about half a percentage point below the United States. In both countries, projections of future growth are characterized by substantial uncertainties. For the United States, these arise from the role of IT investment and the future growth of multifactor productivity in the IT-producing industries. For Canada, the growth rate of multifactor productivity outside these industries and the rate at which IT equipment and software can be substituted for other types of capital inputs are associated with important uncertainties.

Bibliography

Baldwin, J.R., and T.M. Harchaoui, eds. *Productivity Growth in Canada - 2002*. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard, and M. Sillamaa. "The Changing Composition of the Canadian Workforce and its Impact on Productivity Growth." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui T.M., and F. Tarkhani. "A Comprehensive Revision of the Capital Input Methodology for Statistics Canada Multifactor Productivity." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Jorgenson, D.W., ed. "Information Technology and the U.S. Economy." In *Economic Growth in the Information Age*. Cambridge: MIT Press, 2002, pp. 1-42.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho, and K.J. Stiroh. "Growth in U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education." In *Measuring Capital in the New Economy*. Edited by C. Corrado, J.C. Haltiwanger, and D. Sichel. Chicago: University of Chicago Press. Forthcoming.

———. "Lessons for Canada from the U.S. Growth Resurgence." *International Productivity Monitor* 6 (Spring 2003): pp. 3-18.

Jorgenson, D.W., and F.C. Lee, eds. *Industry-level Productivity and International Competitiveness between Canada and the United States*. Research Monograph. Ottawa: Industry Canada, 2001.

Information Technology and Economic Growth in the Canadian and U.S. Private Economies

2

Tarek M. Harchaoui, Faouzi Tarkhani & Bilkis Khanam

Abstract

THIS STUDY USES NEW DATA at both the aggregate and industry levels to shed additional evidence on the sources of growth for labour productivity and economic growth in the Canadian and U.S. private economies over the period 1981-2000. The principal innovation is the incorporation of the service flows of consumer durables and housing in the aggregate production framework. Another feature of this study is the use of new industry data and the distinction between university and non-university workers to capture the extent to which investments in higher education and information technology have contributed to economic growth and productivity performance. The new results confirm the basic story laid out in our earlier work—while information technology accounted for much of the U.S. productivity revival, it played a modest role in Canada, thereby suggesting different forces at work in the two countries.

Introduction

CONSIDERABLE UNCERTAINTY HANGS OVER the world economy at present. While the future remains uncertain, it is clear that Canada and the United States have undergone a remarkable transformation in recent years, with growth in output, labour productivity, and multifactor productivity all accelerating since the mid-1990s. This growth resurgence has led to a widening debate about the sources of this growth and whether profound changes have taken place in the structure of the two economies.

The conjunction of an information technology boom and an acceleration in productivity growth in the United States in the second half of the 1990s excited talk of a *new economy*, though some enthusiasm for the concept has subsided in the wake of the *tech wreck*. But a more sober new economy discussion continues.

The focus is on the link between information technology and its effect on economic growth and productivity growth.[1]

There are many examples of cutting-edge businesses in the United States, such as IBM and Wal-Mart, that produce and use information technology effectively. While it is often argued that Canada is not a major producer of information technology, research conducted in Canada shows that information technology contributed substantially to the growth of gross domestic product (GDP), capital formation and productivity.[2] It is clear that the impact of investment in information technology on both the Canadian and U.S. economies has been substantial. But how and to what degree do the effects of this investment differ between the two countries?

In order to compare the relationships between investment in information technology, economic growth and productivity performance in Canada and the United States, it is essential to eliminate the differences in measurement of output and inputs in the official statistics. In keeping with best practice, recent Canada-U.S. comparisons produced by Statistics Canada have employed concepts and methods that accord with the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) productivity manual (OECD 2001).[3]

Harchaoui, et al. (2002) outlined that the late 1990s were exceptional in comparison with the growth experience of the Canadian and the U.S. business sectors over the past quarter century as a whole. Although growth rates have not returned to those of the golden age of the two economies in the early 1960s, the data nonetheless clearly revealed a remarkable transformation. After more than 20 years of sluggish multifactor productivity growth, 4 of the 5 years ending in 2000 saw growth rates near 1 percent. This acceleration of multifactor productivity growth was one of the most remarkable features of the data, suggesting massive improvements in technology and increases in the efficiency of production.

Harchaoui and Tarkhani (2004a) refined and extended that analysis by using an augmented aggregate growth accounting framework fully integrated to a sectoral model to trace the various channels through which information technology operates. Their results suggest that while information technology is indeed the story in the U.S. productivity revival, it is only part of it in the Canadian context. The labour productivity revival is primarily attributable to information technology capital deepening and multifactor productivity gains of information technology-producing industries. The Canadian evidence points towards the importance of

multifactor productivity gains in information technology-using industries as a major source of productivity acceleration.

To assess the robustness of our earlier work, this study extends our initial framework and exploits a new data set on the sources of growth for Canada and the United States over the 1981-2000 period.[4] We extend our contribution in the following directions.

First, we extend our coverage from the business sector to the private domestic economy. This notion comprises the business sector itself and owner-occupied housing, thereby improving our coverage and making it more consistent with the System of National Accounts' domain of definition.[5]

Second, we measure the service flow from the stock of durables in lieu of expenditure.[6] The purchase of consumer durables is recorded as capital investment and the service flow from the stock of durables as consumption, since the latter represents the portion actually consumed in a given period. This approach is appealing for two reasons: a) it makes the treatment of consumer durables similar to that used in the System of National Accounts to account for rents of owner-occupied dwellings, and b) it also makes the treatment of consumer durables symmetric to the one already in place in the productivity accounts for the measurement of producers durable goods.

Third, on the labour side, university-educated workers are often identified as *knowledge workers* who make use of information technology, so we have divided labour input between university and non-university workers to capture the extent to which investments in higher education and information technology have contributed to economic growth and productivity performance in Canada and the United States. While the growth of labour input from university-educated workers has predominated over growth from non-university workers for the period 1981-2000, the contribution of non-university workers is also important. The substitution of university-educated workers for non-university workers has been an important mechanism for restructuring the Canadian and U.S. work forces. This reflects the increased role of knowledge workers in many industries, especially those that have invested large amounts in information technology equipment.

Fourth, an important feature of our methodology is the explicit role provided for intermediate inputs. Consider, for example, the output of the semiconductor industry. Much of this output is invisible at the aggregate level, since semiconductor

products are mainly inputs into other industries rather than deliveries to final demand as consumption and investment goods. Semiconductor inputs, however, play a key role in the improvements in the quality and performance of computers, communications equipment, instruments, and a host of other products (see Jorgenson 2001).

More specifically, semiconductors are an output of the electronic components industry, but appear as intermediate inputs into computers, communications equipment, and other industries. Price declines resulting from improvements in semiconductor technology are reflected in the large contributions of intermediate inputs in the industries that consume semiconductors. By accurately accounting for intermediate inputs through the use of inter-industry transactions tables, we can allocate Canadian and U.S. economic growth to its sources in individual industries.

The results obtained in this study continue to support the basic story laid out in our earlier work; namely, the data still show a substantial pickup in the U.S. labour productivity growth in the late 1990s and indicate that efficiency gains associated with the production of information technology were central factors in that resurgence. This contrasts with the Canadian evidence where the bulk of the increase of labour productivity was attributable to efficiency gains outside the information technology-producing industries. Interestingly, the Canadian story remains intact even with the adoption of international harmonized prices for information technology-producing industries.

This *top down* approach, which tries to allocate final demand GDP growth to information technology-producing industries and information technology-using industries, is complemented by the *bottom up* analysis employed by Ho, Rao and Tang, in this volume. The latter uses detailed industry-level data to trace the sources of Canada-U.S. economic growth to their industry origins, to isolate and analyze the industries that use information technology, and to ascertain the relative importance of productivity growth and factor accumulation. Their results, consistent with ours, have shown that information technology is indeed the story for the U.S. productivity revival, compared to Canada, where it has made a modest contribution. Information technology-using and non-using industries generated all of the multifactor productivity revival of the Canadian business sector. Using a parametric framework for detailed Canadian industry data, Gu and Wang in this volume have attributed Canada's productivity surge to information technology-induced organizational changes and possible spillover effects.

The remainder of this study is as follows: The next section extends the coverage of Harchaoui and Tarkhani (2004a) to incorporate the service flows of durables and housing. We employ a methodology developed by Jorgenson and Stiroh (2000) and summarize it briefly. The following section presents our results of the trend growth of output, inputs and productivity for Canada and the United States over the 1981-2000 period. The last section concludes the study.

The Extended Accounting Framework

Set Up

OUR ANALYSIS OF THE SOURCES OF ECONOMIC GROWTH employs an aggregate production possibility frontier to examine how capital input, labour input, and technology, are used to create the private sector output of consumption commodities, investment goods, and net exports. It captures substitution between investment and consumption goods on the output side and between capital and labour inputs on the input side.

This aggregate framework serves as the basis for this study. Recent work that implemented this approach includes Jorgenson and Stiroh (2000) and Jorgenson (2001) for the U.S. economy; Jorgenson and Yip (2001) and Dougherty and Jorgenson (1997) for international comparisons, and Harchaoui and Tarkhani (2004a) for a Canada-U.S. comparison of economic growth and productivity performance.

Following Christensen and Jorgenson (1973), this study introduces several changes to the production framework that was employed in our previous work. Since the household sector is included in the production sector, the capital service flow from consumer durables must be treated as both an output and input of households.

The imputed capital services from owner-occupied housing are included in the Canadian System of National Accounts (CSNA) and U.S. National Income and Product Accounts (NIPA) but not in the productivity accounts of the two countries. In this study, we make these two sets of accounts consistent as far as the treatment of housing is concerned. The flows of capital services resulting from investment in housing by owner-occupiers and investment in structures by

households are added to the notion of the business sector used by the productivity accounts of the two countries.

In addition, we treat other types of consumer durables, including information technology assets, in the same way as housing. The idea of capitalizing consumer durables in the CSNA and the NIPA has been discussed for many years.[7] Currently expenditures for consumer durables are treated as consumption expenditures rather than investment expenditures. Capitalizing consumer durables would reallocate expenditures for them from personal consumption expenditures to gross private domestic investment and would increase GDP by the amount of services they provide equal to the rental value of the durables.

We treat housing and consumer durables consistently and include both of the two assets in the capital input, and the flow of services from the installed stock of each in consumption in the aggregate production function. The purchase of new housing and consumer durables are treated as investment.

The Production Possibility Frontier

In the production possibility frontier, output (Y) consists of consumption goods (C), investment goods (I), and other components (O). These outputs are produced from aggregate input (X), consisting of capital services (K) and labour services (L). These outputs can be further decomposed into information technology output (Y_{IT}) and non-information technology output (Y_{NIT}). Information technology outputs include information technology investment goods—computer hardware (I_C), computer software (I_S), communications equipment (I_M) – information technology capital services to households (C_{IT}) and other information technology components (O_{IT}) (information technology services, net exports, etc.). This is also done for the components of the aggregate non-information technology output (Y_{NIT}). Likewise, capital services can be decomposed into the capital service flows from hardware (K_C), software (K_S), communications equipment (K_M), and all other capital services (K_o).[8] A similar decomposition was performed for labour input between university (L_U) and non-university (L_{NU}) workers. The input function (X) is augmented by multifactor productivity (A).

The production possibility frontier can be represented as:

$$(1) \quad \begin{aligned} & Y[Y_{IT}(I_{IT}, C_{IT}, O_{IT}), Y_{NIT}(I_{NIT}, C_{NIT}, O_{NIT})] = \\ & A \cdot X[K_{IT}(t), K_{OME}(t), K_S(t), L_U(t), L_{NU}(t)]. \end{aligned}$$

Under the standard assumptions of competitive product and factor markets, and constant returns to scale, Equation (1) can be transformed into an equation that accounts for the sources of economic growth:

$$(2) \quad \begin{aligned} \bar{w}_{Y_{IT}} \Delta\ln Y_{IT} + \bar{w}_{Y_{NIT}} \Delta\ln Y_{NIT} = & \ \bar{v}_{K_{IT}} \Delta\ln K_{IT} + \bar{v}_{K_{OME}} \Delta\ln K_{OME} + \bar{v}_{K_S} \Delta\ln K_S \\ & + \bar{v}_{L_U} \Delta\ln L_U + \bar{v}_{L_{NU}} \Delta\ln L_{NU} + \Delta\ln A, \end{aligned}$$

where $\Delta x \equiv x_t - x_{t-1}$. $\bar{w}$ denotes the average output shares and $\bar{v}$ the average input shares of the subscripted variables; the shares are averaged over period t and t–1, and $\bar{w}_{Y_{IT}} + \bar{w}_{Y_{NIT}} = \bar{v}_{K_{IT}} + \bar{v}_{K_{OME}} + \bar{v}_{K_S} + \bar{v}_{L_U} + \bar{v}_{L_{NU}} = 1.0$. We refer to the share-weighted growth rates in equation (2) as the contributions of the inputs and outputs.

Labour productivity is defined as the ratio of output to hours worked, so that $LP \equiv y = \frac{Y}{H}$, where the lower-case variable (y) denotes output (Y) per hour (H). Equation (2) can be rewritten in per hour terms as:

$$(3) \quad \begin{aligned} \Delta\ln y = & \ \bar{v}_{K_{NIT}} \Delta\ln k_{NIT} + \bar{v}_{K_{IT}} \Delta\ln k_{IT} + \bar{v}_{L_U} \Delta\ln \ell_U + \bar{v}_{L_{NU}} \Delta\ln \ell_{NU} \\ & + (\bar{v}_{L_U} \Delta\ln h_U + \bar{v}_{L_{NU}} \Delta\ln h_{NU}) + \Delta\ln A_t, \end{aligned}$$

where $\bar{v}_{K_{IT}} = v_{K_I} + v_{K_C} + v_{K_O}$ and $\bar{v}_{K_{NIT}} = v_{K_{OME}} + v_{K_S}$; $\Delta\ln k_{IT}$ and $\Delta\ln k_{NIT}$ are, respectively, the growth of information technology and non-information technology capital services per hour (capital deepening); $\Delta\ln \ell_U$ and $\Delta\ln \ell_{NU}$ are, respectively, the growth of labour quality of university-workers and non-university workers; and $\Delta\ln h_U$ and $\Delta\ln h_{NU}$ are, respectively, the growth of hours of university-workers and non-university workers per total hours worked.

Equation (3) decomposes labour productivity growth into three sources. The first is capital deepening, defined as the contribution of capital services per hour, which is decomposed into non-information technology and information technology components. The interpretation of capital deepening is that additional capital per hour makes workers more productive in proportion to the capital share. The third and fourth terms capture labour quality improvement, defined as the

contribution of labour input per hour worked, for university and non-university workers, respectively. This reflects changes in the composition of the workforce and raises labour productivity in proportion to the labour share of each category of workers. The fifth term, hours reallocation, reflects compositional shifts between university and non-university workers. The last term is multifactor productivity growth, which raises labour productivity growth point-for-point.

Data

We briefly summarize the data required to implement Equations (1) to (3) here. More detailed descriptions are available in Ho and Jorgenson (1999) and the appendices of Jorgenson and Stiroh (2000) and Jorgenson, Ho, and Stiroh (forthcoming) for the U.S. data, and Baldwin and Harchaoui (2003) for the Canadian productivity accounts.

Output

The aggregate data are based on the most recent benchmark revision of the Canadian and U.S. national accounts, updated through 2000. These data are based on Income and Expenditures Accounts (IEAs) and the NIPAs maintained, respectively, by Statistics Canada and the U.S. Bureau of Economic Analysis. These accounts provide measures of final demand GDP in both current and chained dollars. The framework developed in this study calls for a broader treatment of output than the official ones used in national accounts and productivity programs of the two countries. First, the services of owner-occupied housing and structures utilized by households are included in the GDP, thereby making the coverage of the productivity accounts in line with that of national accounts of the two countries. Second, consumer durable goods are treated symmetrically with investment in housing, since both are long-lived assets that are accumulated and provide a flow of services over their lifetimes. We use a rental price to impute a flow of consumer durables services included in both consumption and capital input. The value of the service flow of housing are imputed from rental values available from the IEAs and the NIPAs.[9]

Table 1 provides information on the value of outputs and inputs for 1981 and 2000 and Tables 2a and 2b report the average annual growth rates of quantity and prices for these outputs and inputs, respectively, for Canada and the United States for the following periods: 1981-2000, 1981-88, 1988-2000, 1988-95 and 1995-2000. While these time periods are conventional for the Canada-U.S. comparison in terms of multifactor productivity growth, a word about the choice of the periods

is useful at this point. The year 1981 is the first year in our KLEMS (capital, labour, energy, materials, and services) data set for which the data are comparable.[10] The years 1988 and 2000 are, respectively, the first and the second peak of the cycle in the period we cover; the year 1995 corresponds to a surge in economic growth.

The Canadian and U.S. concepts of output are similar, but not identical, to the official concept of gross domestic product. Our output measure is somewhat broader than the one used in the official Canada-U.S. productivity statistics, published by Statistics Canada (2002) and the Bureau of Labor Statistics (BLS) (2002), and employed by Harchaoui et al. (2002) and Harchaoui and Tarkhani (2004a). Both measures include final outputs purchased by households, businesses, and the rest of the world. The output measures in Table 1, unlike the one used in our previous work, includes imputations for the service flows from housing and durable goods, including information technology products, employed in the household sector.

The imputations for services of information technology assets are based on the cost of capital for information technology described in more detail below. The cost of capital is multiplied by the nominal value of information technology capital stock to obtain the imputed service flow from information technology assets. In the business sector, this accrues as capital income to the firms that employ these products as inputs. In the household sector, the flow of capital income must be imputed. This same type of imputation is used for housing in the IEAs in Canada and the NIPAs in the United States. The rental value of renter-occupied housing accrues to real estate firms as capital income, while the rental value of owner-occupied housing is imputed to households.

Output includes investment goods in the form of computers, software, communication equipment, and non-information investment goods. It also includes outputs and non-information technology consumption goods and services, imputed information technology capital service flows from households and net exports. Canadian current dollar GDP was $978.4 billion in 2000 ($9.4 trillion for the United States), including imputations, and real output growth averaged 2.7 percent (3.7 percent for the United States) for the period 1981-2000 (see Table 1 and Tables 2a and 2b). These magnitudes can be compared to the current dollar value of $774 billion in 2000 for Canada ($7.7 trillion in 2000 for the United States) and the average real growth rate of 3.1 percent for period 1981-2000 for the official Canadian business sector GDP (3.9 percent for the United States).

Table 1

Information Technology Outputs and Inputs ($ billion)

	Canada		United States	
	1981	**2000**	**1981**	**2000**
Gross Domestic Product (GDP)	326.6	978.4	2,885.9	9,350.7
Information Technology GDP	6.9	43.3	109.0	616.6
Computer and Software Consumption	0.2	3.3	0.4	34.3
Computer Investment	2.6	12.4	17.1	109.3
Software Investment	1.1	15.4	16.1	198.2
Communication Investment	2.1	7.0	37.2	135.6
Consumer Durable Services	0.2	3.6	0.3	42.2
Communication Services	3.0	11.3	30.9	131.3
Other	-2.2	-9.8	-3.8	-12.5
Non-information Technology GDP	319.7	935.1	2,776.9	8,734.1
Housing Services	31.2	109.0	131.3	387.2
Housing Investment	21.5	48.8	118.9	416.9
Other	267.0	777.3	2,526.7	7,930.0
Capital Compensation	168.4	517.3	1,110.1	3,636.7
Information technology	5.2	34.9	50.8	424.9
Computers	2.3	13.0	14.9	111.0
Communication	2.1	7.1	12.2	160.8
Software	0.6	10.9	23.3	110.9
Consumer Durable Services	0.2	3.9	0.3	42.2
Non-information Technology	163.2	482.3	1,059.3	3,211.8
Other Machinery and Equipment	25.2	82.4	207.0	700.0
Other Durables	35.8	88.9	273.5	905.7
Structures	102.2	311.1	578.8	1,606.1
Housing	40.0	140.4	203.0	594.1
Other	62.2	158.6	375.8	1,012.1
Labour Compensation	158.2	461.1	1,645.8	5,112.9
University-educated Workers	17.3	115.6	381.2	1,989.5
Non-university-educated Workers	140.9	345.5	1,264.5	3,123.4

The most striking feature of the data in Tables 2a and 2b is the rapid price decline for computer investment, 15.3 percent per year for Canada from 1981 to 2000 (15.5 percent for the United States). At less than 3 percent per year during this period in both Canada and the United States, the price of software declined less rapidly than that of computers (-2.11 percent for Canada and -0.7 percent for the United States). In contrast, the price of telecommunication equipment behaved slightly differently between Canada and the United States (a 0.6 percent increase in Canada, compared to a 0.1 percent decline for the United States), while the service flows of consumers information technology durable goods show less rapid price declines in Canada compared to the United States (-9.3 percent compared to -19.4 percent).

Business investments in computers, software, and communication equipment are the largest categories of information technology spending. Households have also spent sizable amounts on computers, software, communication equipment and the services of information technology.

Figures 1a and 1b show that the output of information technology equipment (computers, software and communication investments) is the largest information technology category as a share of GDP, followed by the outputs of communication services and the services flows of durables in both Canada and the United States. In contrast, the share of information technology consumption remained fairly small over the 1981-2000 period.

Capital Services

This section presents the estimates of capital services for the Canadian and U.S. private economies for the period 1981 to 2000. These begin with IEA and NIPA investment data; the perpetual inventory method generates estimates of capital stocks and these are aggregated, using service prices as weights. This approach, originated by Jorgenson and Griliches (1967), is based on the identification of service prices with marginal products of different types of capital. The service price estimates incorporate the cost of capital, an annualization factor that transforms the price of an asset into the price of the corresponding capital input. The cost of capital includes the nominal rate of return, the rate of depreciation, and the rate of capital loss due to declining prices.

Table 2a

Growth Rates of Outputs and Inputs, Canada (average annual percentage rates of growth)

	1981-2000		1981-88		1988-2000		1988-95		1995-2000	
	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity
Gross Domestic Product (GDP)	3.2	2.7	4.6	3.2	2.4	2.4	2.9	0.9	1.7	4.5
Information Technology-GDP	-3.7	14.4	-1.7	12.2	-4.8	15.6	-5.1	11.7	-4.3	21.4
Computers and Software Consumption	-8.6	26.5	-11.3	42.0	-7.0	18.2	-4.1	17.5	-10.8	19.1
Computers Investment	-15.3	28.3	-16.1	28.3	-14.8	28.4	-13.5	21.5	-16.7	38.7
Software Investment	-2.1	17.5	-0.9	21.4	-2.8	15.3	-4.2	14.7	-1.0	16.3
Communication Investment	0.6	5.9	4.1	3.2	-1.4	7.6	-2.3	5.5	-0.1	10.5
Consumer Durable Services	-9.3	28.5	-13.2	44.2	-7.0	20.1	-4.5	21.1	-10.5	18.7
Communication Services	1.1	6.2	2.4	6.0	0.3	6.2	-0.6	5.6	1.5	7.2
Other	-7.2	16.6	-10.1	25.9	-5.6	11.5	-4.1	14.2	-7.6	7.8
Non-information Technology-GDP	3.4	2.4	4.7	3.0	2.6	2.0	3.1	0.6	1.9	3.9
Housing Services	3.3	3.4	5.7	3.8	2.0	3.1	3.2	3.3	0.2	2.9
Housing Investment	3.1	1.2	5.3	4.8	1.9	-0.8	2.2	-4.4	1.5	4.5
Other	3.4	2.3	4.5	2.8	2.7	2.0	3.2	0.6	2.2	4.0
Capital Services	3.4	2.6	5.2	2.9	2.4	2.4	2.3	1.8	2.5	3.2
Information Technology	-7.0	18.9	-5.1	20.1	-8.1	18.2	-8.4	15.6	-7.8	22.0
Computers	-15.2	29.1	-14.9	29.4	-15.4	28.9	-14.5	21.8	-16.6	39.5
Communication	1.2	5.4	7.2	2.8	-2.1	7.0	-4.8	6.4	1.8	7.9
Software	-2.1	18.9	2.4	24.5	-4.6	15.7	-6.0	16.0	-2.6	15.3
Consumer Durable Services	-9.3	28.5	-13.0	44.2	-7.1	20.1	-4.8	21.1	-10.2	18.7

Table 2a (cont'd)

Growth Rates of Outputs and Inputs, Canada (average annual percentage rates of growth)

	1981-2000		1981-88		1988-2000		1988-95		1995-2000	
	Price	**Quantity**	**Price**	**Quantity**	**Price**	**Quantity**	**Price**	**Quantity**	**Price**	**Quantity**
Non-information Technology	3.8	2.0	4.9	3.0	3.2	1.4	2.9	1.1	3.6	1.8
Other Machinery and Equipment	4.3	2.0	8.6	1.5	2.0	2.3	2.0	1.0	1.9	4.3
Other Durables	3.7	1.1	3.9	3.3	3.6	-0.1	4.8	-1.0	2.0	1.2
Structures	3.7	2.2	4.3	3.3	3.4	1.6	2.7	1.8	4.5	1.3
Housing	3.8	2.9	4.0	5.3	3.7	1.6	3.3	2.4	4.2	0.5
Other	3.8	1.6	4.7	1.8	3.2	1.6	2.2	1.3	4.6	2.0
Labour Services	3.4	2.4	4.9	2.6	2.4	2.2	2.2	1.2	2.8	3.8
University-educated Workers	4.4	5.9	4.6	6.5	4.3	5.6	5.0	5.1	3.4	6.3
Non-university-educated Workers	3.1	1.6	5.0	2.0	2.1	1.4	1.7	0.3	2.6	3.1
Addendum										
Hours at Work	1.6		2.0		1.5		0.3		3.1	
University-educated Workers	5.5		6.0		5.2		4.6		6.0	
Non-university-educated Workers	1.1		1.6		0.9		-0.3		2.6	

Table 2b

Growth Rates of Outputs and Inputs, United States (average annual percentage rates of growth)

	1981-2000		1981-88		1988-2000		1988-95		1995-2000	
	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity
Gross Domestic Product (GDP)	2.6	3.7	3.7	3.8	1.9	3.7	2.5	2.9	1.1	4.8
Information Technology-GDP	-4.9	15.2	-2.6	13.2	-6.3	16.5	-4.3	11.9	-9.0	23.2
Computers and Software Consumption	-19.8	57.7	-16.3	83.9	-21.8	44.1	-17.2	38.2	-27.8	52.8
Computers Investment	-15.5	30.4	-13.9	30.2	-16.4	30.6	-12.0	22.6	-22.1	42.6
Software Investment	-0.7	14.9	0.4	15.7	-1.3	14.4	-1.5	12.4	-1.0	17.3
Communication Investment	-0.1	7.2	1.6	4.4	-1.1	8.9	-0.4	3.8	-2.2	16.3
Consumer Durable Services	-19.4	60.4	-17.8	91.9	-20.4	44.4	-13.9	38.4	-28.7	53.3
Communication Services	1.1	6.8	3.6	4.6	-0.4	8.0	0.4	6.7	-1.5	10.0
Other	3.0	3.2	4.0	3.4	2.4	3.0	2.9	2.5	1.7	3.7
Non-Information Technology-GDP	2.7	3.1	7.8	3.3	-0.2	3.0	0.5	2.8	-1.2	3.3
Housing Services	3.3	3.4	4.0	5.6	3.0	2.1	2.8	0.1	3.3	5.0
Housing Investment	3.0	3.1	3.8	3.3	2.5	3.1	3.0	2.6	1.8	3.7
Other	2.1	2.3	3.5	3.1	2.1	2.4	1.7	2.0	1.9	2.2
Capital Services	2.1	4.2	4.3	4.3	0.9	4.2	1.5	3.1	-0.1	5.8
Information Technology	-6.2	19.3	-5.1	22.1	-6.9	17.6	-2.8	12.6	-12.4	25.1
Computers	-13.2	28.1	-12.0	34.0	-13.9	24.8	-8.0	13.8	-21.5	41.8
Communication	-0.8	15.4	1.0	15.7	-1.7	15.2	-1.4	14.3	-2.3	16.4
Software	1.6	6.8	3.5	8.1	0.5	6.1	4.1	4.4	-4.3	8.5
Consumer Durable Services	-19.4	60.4	-17.8	91.9	-20.4	44.4	-13.9	38.4	-28.7	53.3

Table 2b (cont'd)

Growth Rates of Outputs and Inputs, United States (average annual percentage rates of growth)

	1981-2000		1981-88		1988-2000		1988-95		1995-2000	
	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity
Non-information Technology	3.0	2.9	5.0	3.3	1.9	2.7	2.0	2.1	1.7	3.4
Other Machinery and Equipment	4.6	1.9	6.3	1.4	3.6	2.2	4.3	1.5	2.8	3.1
Other Durables	2.1	4.3	4.0	5.2	1.0	3.9	1.4	2.8	0.4	5.3
Structures	2.9	2.5	5.0	3.0	1.7	2.2	1.5	2.0	2.0	2.6
Housing	3.2	2.5	7.2	2.8	0.9	2.4	1.4	2.2	0.3	2.7
Other	2.8	2.5	3.7	3.2	2.2	2.1	1.6	1.9	3.0	2.5
Labour Services	3.9	2.2	4.8	2.3	3.4	2.1	3.3	1.8	3.4	2.5
University-educated Workers	5.1	3.8	6.6	5.1	4.2	3.1	4.1	2.7	4.4	3.5
Non-university Educated Workers	3.4	1.4	4.2	1.3	2.9	1.6	2.9	1.3	2.9	1.9
Addendum										
Hours at Work	1.9		2.0		1.8		1.4		2.3	
University-educated Workers	4.0		5.5		3.1		2.7		3.6	
Non-university-educated Workers	1.3		1.2		1.3		1.0		1.8	

Figure 1a

Output Shares of Information Technology by Type, Canada (percent of current dollar gross domestic product)

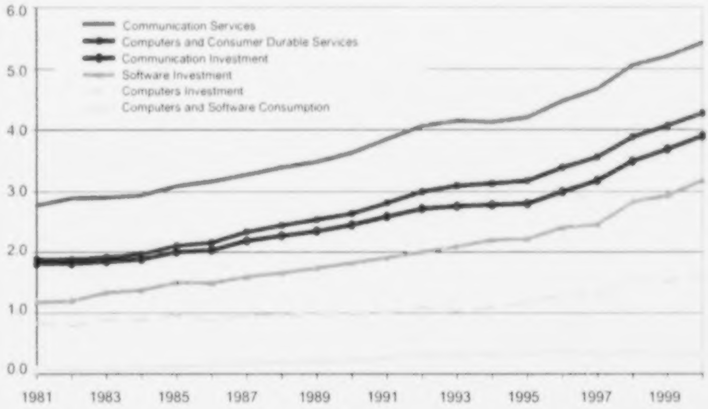
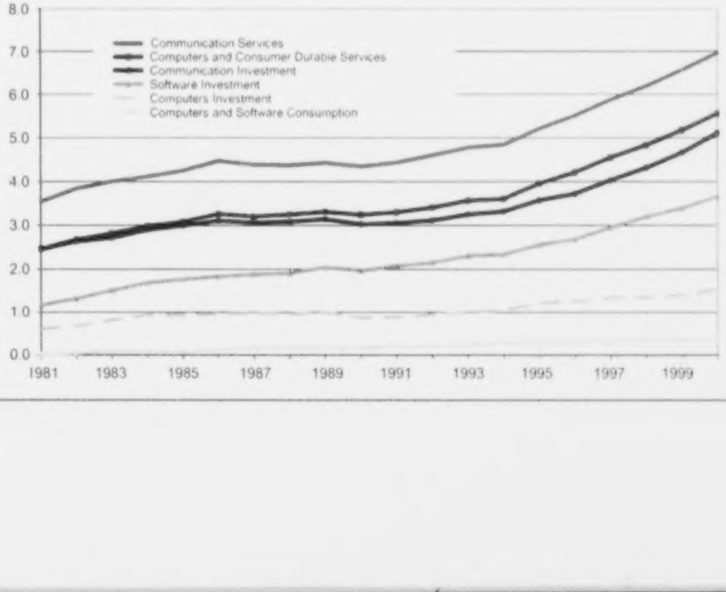


Figure 1b

Output Shares of Information Technology by Type, United States (percent of current dollar gross domestic product)



For our aggregate framework, we require an aggregate measure of capital services across all types of reproducible fixed assets, consumer durable assets, inventories, and land. We employ quantity indexes of these assets to generate aggregate capital services, capital stock, and investment series.

The definition of capital includes all tangible assets in the Canadian and U.S. private economies, equipment and structures, as well as consumer and government durables, land, and inventories. For the purpose of this Canada-U.S. comparison, Canadian (U.S.) national accounts data were reclassified into 24 (52) non-residential assets, 4 (5) residential assets, and 13 (13) consumer durable assets. For each asset, we created an investment series in current and chained dollars. Although the implicit prices of some assets, particularly those associated with information technology, behave differently in the two countries, the differences do not impact significantly on the order of magnitude of the contributions of information technology to output, capital inputs and productivity growth at the aggregate level (see Harchaoui and Tarkhani, 2004a).

Capital stocks were then estimated using the perpetual inventory method and a geometric depreciation rate. Canadian depreciation rates are estimated econometrically using the age-price profile based on a sample of 30,000 observations of non-residential used assets dating from 1987 to 1995 maintained by Statistics Canada (Harchaoui and Tarkhani, 2003). The U.S. depreciation rates are based on the Bureau of Economic Analysis (BEA) estimates constructed during the 1980s (see Fraumeni, 1997), with the exception of automobiles, software and computers derived by Dale Jorgenson and his associates (see Jorgenson and Stiroh, 2000, p. 203).

Generally, for similar information technology assets, Canada's depreciation rates are higher that their U.S. counterparts. In a capital stock universe, this may lead to a lower growth of capital stock for Canada, compared to the United States. While depreciation rates are higher in Canada, information technology price declines tend to be lower. In the capital services framework, for a given rate of return, higher depreciation rates in favour of Canada are outweighed by more rapid price declines for the United States, with the result that the two measurement differences tend to cancel out. This implies that under the capital services framework, cross country measurement differences may have a modest impact on productivity performance.

Business information technology investments, as well as purchases of computers, software, and communications equipment by households and governments, have grown spectacularly in recent years, but remain relatively small (Table 1). In Canada, the stocks of all information technology assets combined accounted for only 3.0 percent of domestic tangible capital stock in 2000, up from 1.5 percent in 1981 (respectively 4.8 percent and 2.5 percent for the United States).

The capital service flows from durable goods employed by households and governments enter measures of both output and input. A steadily rising proportion of these service flows are associated with investments in information technology. Investments in information technology by business, household, and government sectors must be included in the GDP, along with household and government information technology capital services, in order to capture the full impact of information technology on the Canadian and U.S. private economies.

Figures 2a and 2b give the information technology capital service flows as a share of gross domestic capital income. While information technology assets are only 3.0 percent of total capital in 2000 (4.8 percent for the United States), these figures show that the information technology service shares, or the cost of capital shares, of these assets are twice as high as the corresponding asset shares. In 2000, it was 6.8 percent in Canada (10.4 percent for the United States), more than double what it was in 1981 (respectively 3.1 percent and 4.3 percent for Canada and the United States). This reflects the rapid price declines and high depreciation rates that enter into the rental prices for information technology.

Figures 2a and 2b also depict the rapid increase in the importance of information technology services, reflecting the accelerating pace of information technology price declines. During the 1995-2000 period, the capital service price for computers fell 16.6 percent per year in Canada (21.5 percent for the United States), compared to an increase of 39.5 percent in capital input for computers (41.8 percent for the United States) (see Tables 2a and 2b). As a consequence, the value of computer services grew substantially. However, the cost of capital share of computers was only 2.5 percent of gross domestic income in 2000 in Canada (2.7 percent for the United States), up from 1.6 percent in 1995 (2.1 percent for the United States) (see Figures 2a and 2b).

Figure 2a

Input Shares of Information Technology by Type, Canada
(percent of current gross domestic capital income)

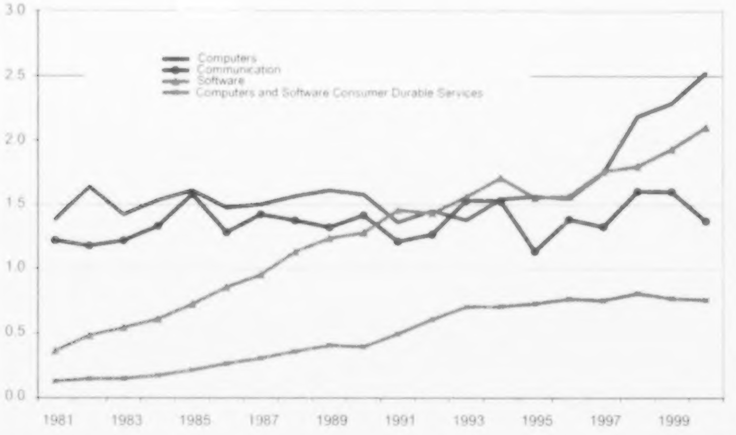
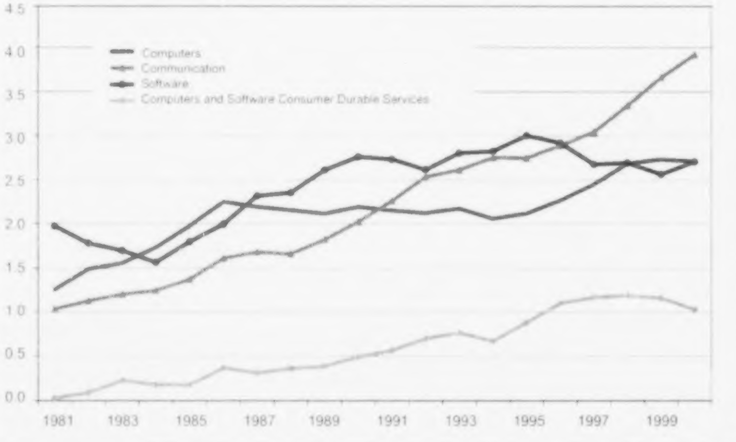


Figure 2b

Input Shares of Information Technology by Type, United States
(percent of current gross domestic capital income)



The rapid accumulation of software is less affected by services price declines in Canada than in the United States. In Canada, the price of software services fell 2.6 percent per year between 1995 and 2000, compared to 4.3 percent for the United States (see Tables 2a and 2b). Nonetheless, Canadian businesses have been accumulating software very rapidly, with real capital services growing 15.3 percent per year, significantly higher than the 8.5 percent increase per year in the United States. A possible explanation is that Canadians responded to computer price declines by investing more than their U.S. counterparts in complementary inputs like software. The services price decline of communication equipment fell 2.3 percent in the United States, compared to a 1.8 percent increase for Canada. As a result, the U.S. communication capital services grew faster than its Canadian counterpart during the period 1995-2000.

Tables 2a and 2b also present estimates of the flow of information technology capital services and corresponding price indexes for 1981-2000. Growth of information technology capital services jumped from 12.6 percent per year between 1988 and 1995 to 25.1 percent between 1995 and 2000 for the U.S., while growth of non-information technology capital services increased from 2.1 percent to 3.4 percent over the same period. This reverses the trend toward slower capital growth through 1995. In contrast, between these two periods, Canada's information technology capital services increased moderately from 15.6 percent to 22.0 percent, compared to an increase from 1.1 to 1.8 percent for non-information technology capital services over the same period.

Labour Services

This section presents estimates of university and non-university labour inputs for both the Canadian and U.S. private economies from 1981 to 2000. The primary data sources are the censuses of population (quinquennial for Canada and decennial for the United States), annual surveys (Labour Force Survey for Canada and Current Population Survey for the United States), the Canadian productivity accounts and the NIPAs for the United States for total hours worked and labour compensation.

The censuses of population provide detailed data on employment, hours, and labour compensation across demographic groups in census years. The annual survey data are used to interpolate similar data for intervening years and the Canadian productivity accounts and NIPA data provide control totals. The demographic groups include 112 different types of workers, cross-classified by class (employee, self-employed or unpaid), age (15-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65+ years), gender, and education attainment (university and non-university).[11]

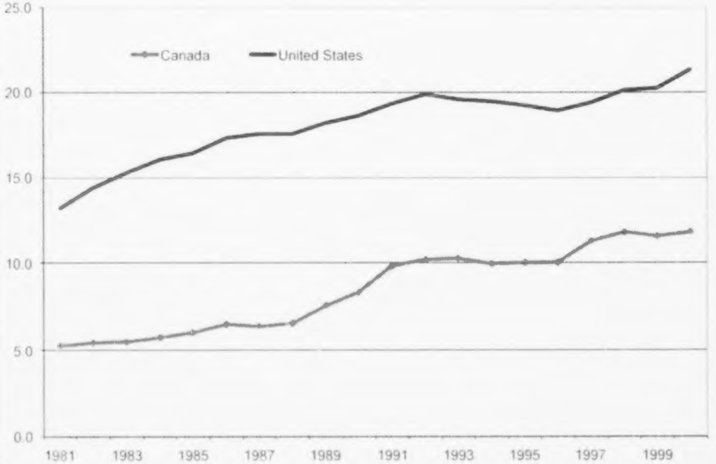
Constant quality indexes for the price and quantity of labour input account for the heterogeneity of the workforce across sex, employment class, age, and education levels. This follows the approach of Jorgenson, Gollop, and Fraumeni (1987) for the United States and Gu, Kaci, Maynard, and Sillamaa (2003) for Canada.

Table 2a and 2b present estimates of aggregate labour input by category of workers. The growth rate of labour input for Canada accelerated to 3.8 percent for the 1995-2000 period (2.5 percent for the United States) from 1.2 percent for the 1988-95 period (1.8 percent for the United States). This is primarily due to the growth of hours worked, which rose in Canada from a growth rate of 0.3 percent for the 1988-95 period (1.4 percent for the United States) to 3.1 percent for the 1995-2000 period (2.3 percent for the United States), as labour force participation increased and unemployment rates plummeted.

Figure 3 shows that the labour cost share of university-educated workers in the gross domestic income in current prices was 5.3 percent in 1981 in Canada (13.2 percent in the United States), but has risen fairly steadily since then until

Figure 3

Input Shares of University-educated Workers (percent of current gross domestic income)



the early 1990s when it experienced a significant slowdown. During the second half of the 1990s, this ratio experienced an unprecedented increase reaching 11.8 percent in 2000 (21.3 percent for the United States), more than double the performance posted in 1981. Tables 2a and 2b show that the growth of university-educated labour input significantly dominated that of non-university input across all periods. The substitution of university-educated workers for non-university workers has been an important force behind the restructuring of the Canadian and U.S. private economies. This reflects the increased role of knowledge workers associated by the deployment of information technology investment.

The Growth Resurgence Quantified

THE CANADIAN AND U.S. PRIVATE ECONOMIES have both undergone a remarkable resurgence since the mid-1990s with accelerating growth in output, multifactor productivity and labour productivity. This section quantifies the sources of growth for the 1981-2000 period and various sub-periods. An important objective is to account for the sharp acceleration in the level of economic activity since 1995 and, in particular, to document the role of information technology.

Contributions of Information Technology

Private business investment predominates in the output of information technology. Household purchases of information technology equipment and services are next in importance. Government purchases of information technology equipment and services, as well as net exports of information technology products, are also included in order to provide a complete picture. Firms, consumers, governments, and purchasers of Canadian exports have responded to relative price changes, increasing the contributions of computers, software, and communications equipment to GDP growth.

Tables 2a and 2b show that the price of computer investment in Canada fell by 16.7 percent per year, the price of software 1.0 percent, and the price of communications equipment 0.1 percent, and the price of information technology consumer durable services 10.5 percent during the period 1995-2000 (respectively 22.1 percent, 1.0 percent, 2.2 percent and 28.7 percent for the United States), while non-information technology prices rose 1.9 percent (1.7 percent for the United States). In response to these price changes, firms, households, and governments

have accumulated computers, software, and communications equipment much more rapidly than other forms of capital.

Figures 4a, 4b, 5a and 5b highlight the rising contributions of information technology outputs to Canadian and U.S. economic growth. Figures 4a and 4b show the breakdown between information technology and non-information technology outputs, while Figures 5a and 5b decompose the contribution of information technology into its components.

Although the non-information segment remains the largest contributor to GDP growth, Figures 4a and 4b show that the output contribution of information technology during the post-1995 period more than doubled (0.8 percentage points compared to 0.3 percentage points in the 1980s; 1.4 percentage points up from 0.6 percentage points in the United States). Despite this increase, the bulk of GDP growth in the late 1990s in both Canada and the United States was ascribed to non-information technology (82 percent in Canada, compared to 71 percent in the United States). Figures 5a and 5b show that computer investment is the largest single information technology contributor in the late 1990s, but that investments in software and communications equipment have become increasingly important.

Figures 6a, 6b, 7a and 7b present a similar decomposition of information technology capital inputs. The contribution of these inputs to the growth of overall capital input has increased, albeit not to the same extent as that of information technology to output growth. Figures 6a and 6b show that information technology contribution to capital input has less than doubled in Canada between the 1980s and the late 1990s (from 0.8 percentage point to 1.3 percentage points). This contrasts markedly with the United States, where information technology contribution to capital input doubled during these two periods (2.4 percentage points, compared to 1.2 percentage points). Figures 7a and 7b show that, as in the case of the output, computers were the largest information technology contributor on the capital input side, reflecting the growing share and accelerating growth rate of computer investment in the late 1990s.

Figure 4a

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

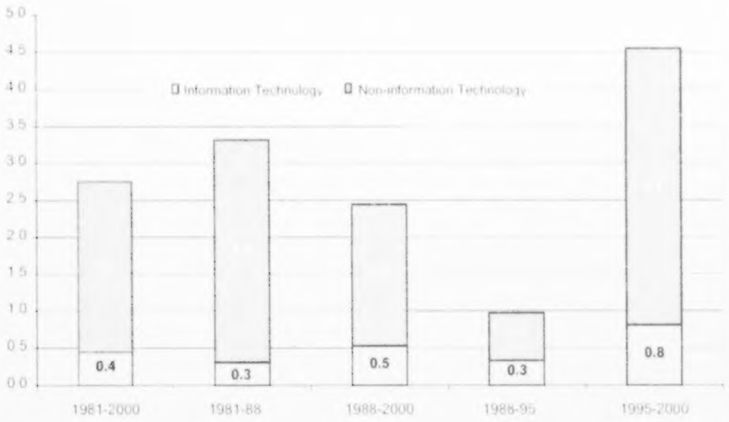


Figure 4b

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

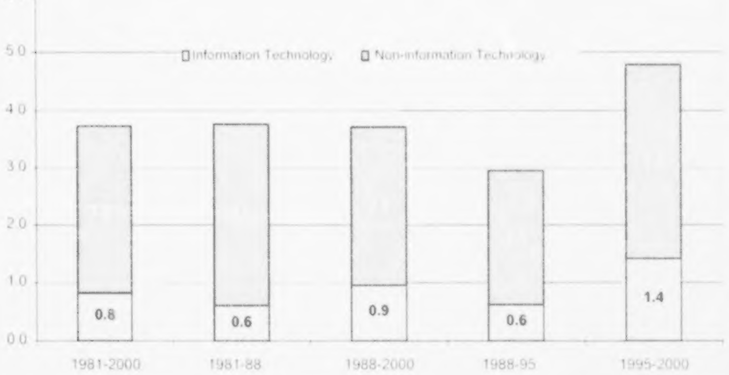


Figure 4a

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

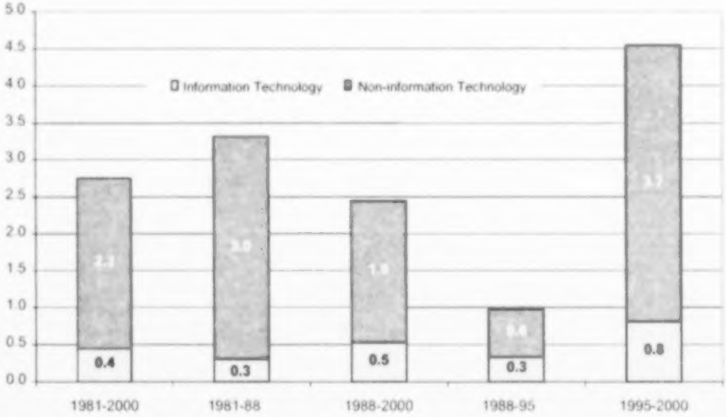


Figure 4b

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

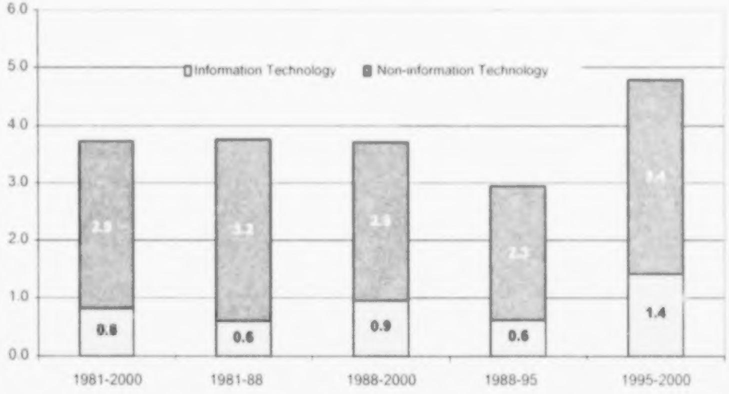


Figure 5a

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology by Type in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

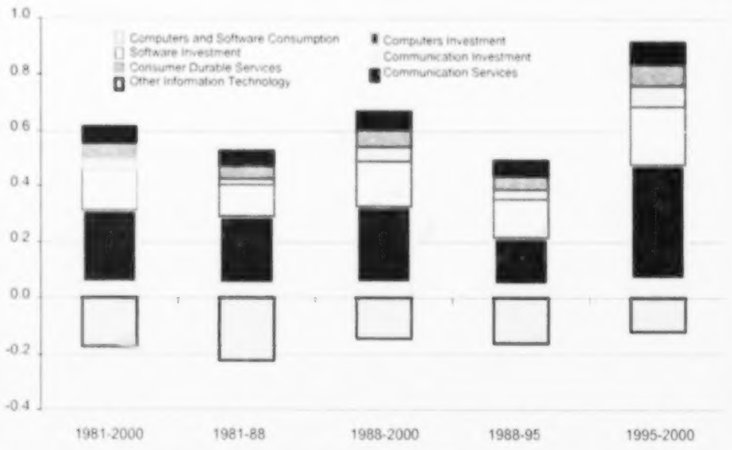


Figure 5b

Gross Domestic Product Contribution of Information Technology by Type in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

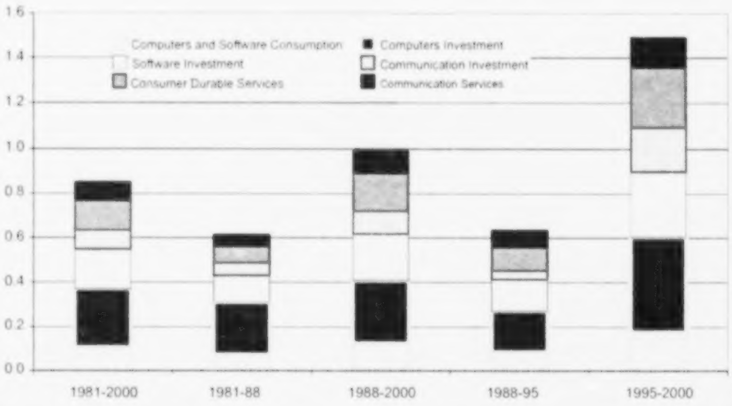


Figure 6a

Capital Input Contribution of Information Technology in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

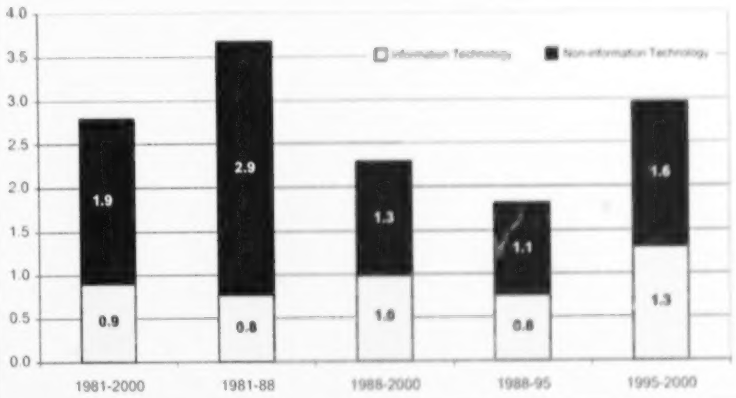


Figure 6b

Capital Input Contribution of Information Technology in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

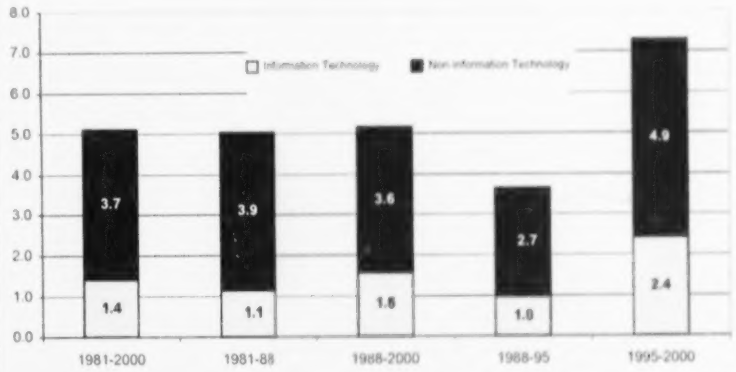


Figure 7a

Capital Input Contribution of Information Technology by Type in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

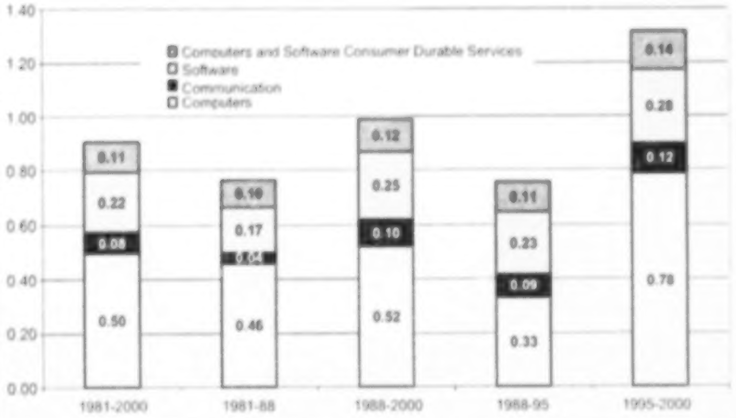


Figure 7b

Capital Input Contribution of Information Technology by Type in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

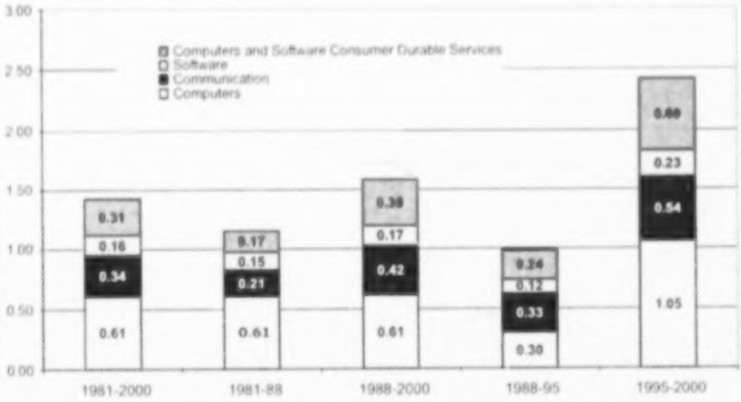


Figure 6a

Capital Input Contribution of Information Technology in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

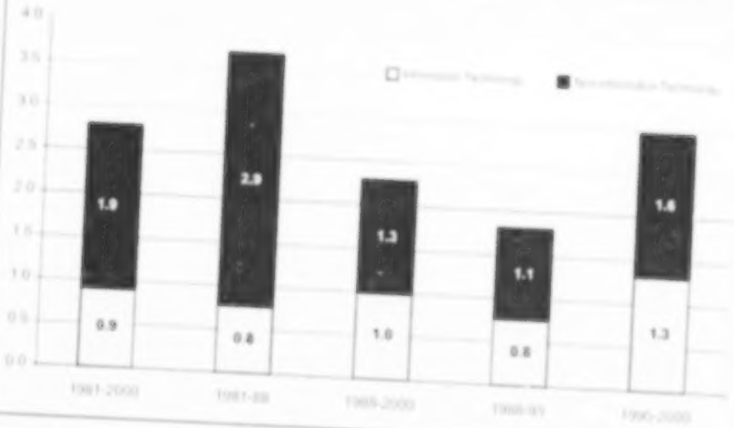


Figure 6b

Capital Input Contribution of Information Technology in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

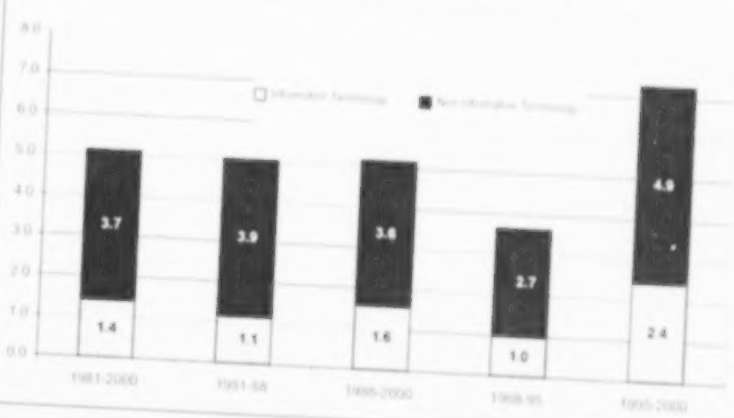
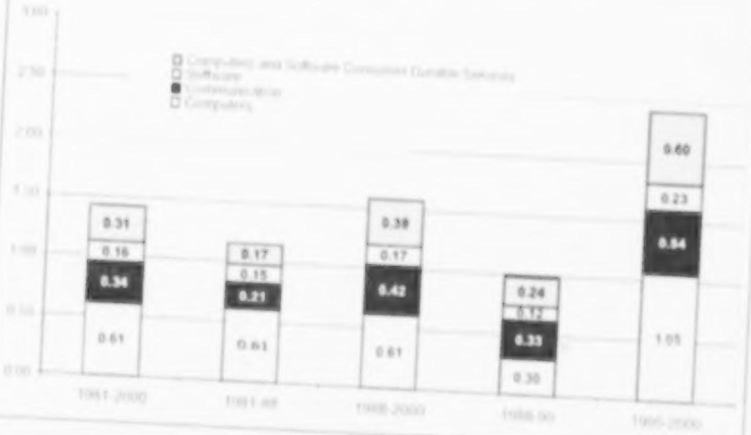


Figure 7a

Capital Input Contribution of Information Technology by Type in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

Figure 7b

Capital Input Contribution of Information Technology by Type in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)



As indicated above, the structure of aggregate output has shifted toward information technology and the capital deployed in the economy has moved rapidly to information technology assets. Following these changes, the composition of the workforce has evolved toward more university-educated workers. As the unemployment rate fell in the late 1990s, workers with a wide variety of levels of education and experience entered the ranks of the employed labour force. The contribution of university-educated workers dominated the growth of labour input in the United States during the period 1981-2000, even though these workers are less numerous than non-university workers (Figures 8a and 8b and Table 1). This contrasts markedly with Canada where the growth of labour input was driven by non-university-educated workers. The contribution of university-educated workers to the aggregate labour input increased between the 1980s and the late 1990s in Canada but it declined in the United States, thereby reducing the gap between the two countries in this area.

In both countries, university-educated workers have higher marginal products on average, as can be seen in the college wage premium. In Canada, the wage premium for university-educated workers was $13,067 in 1981, $18,395 in 1988, $26,738 in 1995, and $31,806 in 2000 (in the United States, US$13,399 in 1981, US$20,453 in 1988, US$27,086 in 1995, and US$33,426 in 2000). The number of university-educated workers has been growing more rapidly than that of non-university workers. The modest contribution of university-educated workers in the labour input growth in Canada is partly explained by their small share in the gross domestic income, compared to their U.S. counterpart.

A possible explanation of the important contribution of university-educated workers (despite their small share) is that they are complementary to information technology capital, so that the decline in the price of information technology drives up the demand for both information technology capital and university-educated workers.[12] An alternative explanation is that productivity growth is biased toward university-educated workers, making them relatively more productive than non-university workers.

Figure 8a

Labour Input Contribution of University-educated Workers in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

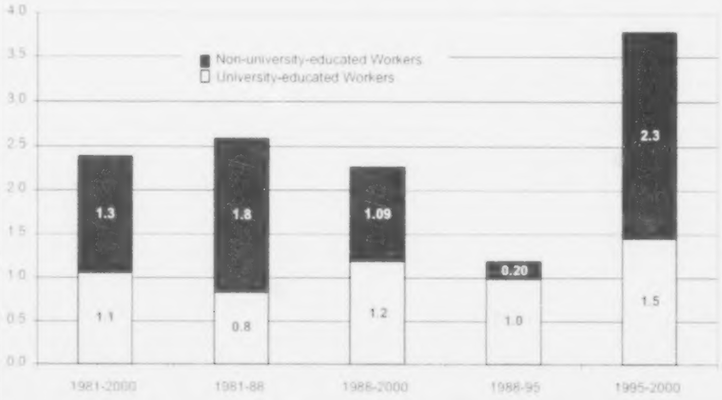


Figure 8b

Labour Input Contribution of University-educated Workers in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)

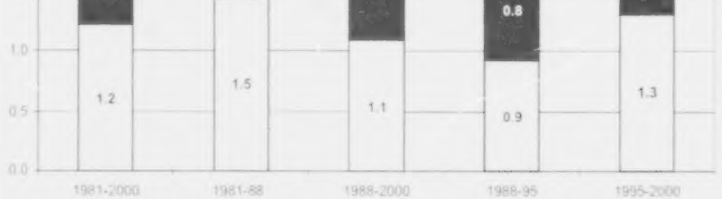


Figure 8a

Labour Input Contribution of University-educated Workers in the Canadian Private Economy (average annual percentage rates of growth)

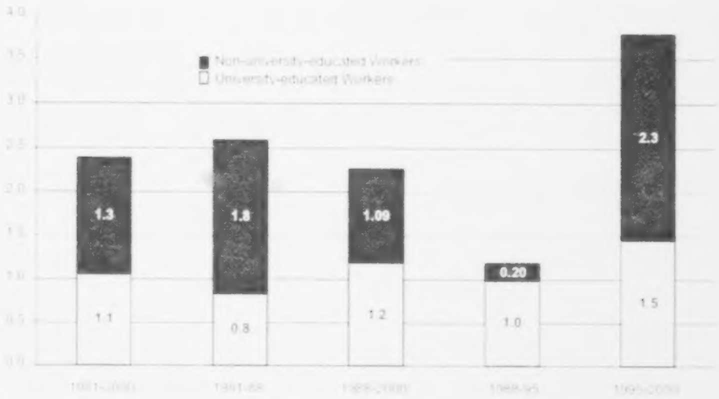
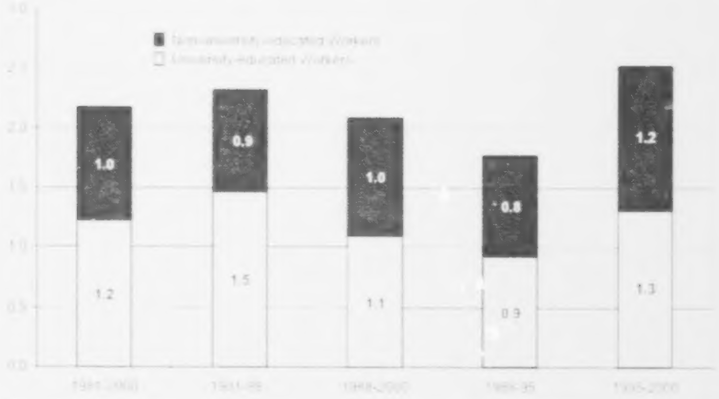


Figure 8b

Labour Input Contribution of University-educated Workers in the U.S. Private Economy (average annual percentage rates of growth)



Sources of Economic Growth

This section presents the sources of GDP growth for Canada and the United States over the entire period 1981 to 2000 and its various sub-periods. The contributions of capital inputs, labour inputs and multifactor productivity to GDP growth are reported in Tables 3a and 3b. In Canada, capital services contributed 1.35 percentage points, labour services 1.12 percentage points, and multifactor productivity growth 0.22 percentage points (for the United States, 1.81, 1.20 and 0.63 percentage points, respectively). Inputs growth was the source of 93 percent of Canadian economic growth over the past two decades, while multifactor productivity has accounted for 7 percent (17 percent for the United States).

A look at the Canadian economy before and after 1988 reveals some familiar features of the historical record. After a strong output growth and a modest multifactor productivity growth in the 1980s, the Canadian private economy slowed markedly through the 1990s, with output growth falling from 3.24 percent to 2.37 percent while multifactor productivity growth deteriorated from 0.51 percent to 0.06 percent. Growth in primary inputs also experienced a similar slowdown from 1.52 percent to 1.26 percent for capital input and from 1.23 percent to 1.06 percent for labour input. In contrast, the moderate U.S. slowdown in the growth of real GDP (from 3.76 percent to 3.70 percent) and primary inputs (from 3.19 percent to 3.04 percent) has resulted in improvements in multifactor productivity growth from 0.56 percent to 0.67 percent during the same period.

During the post-1995 period, labour input contributed 1.77 percentage points to the growth resurgence in Canada, compared with 1.68 percentage points for capital input. This contrasts with the United States where the contribution of capital input was larger than that of labour input (2.66 percentage points compared to 1.36 percentage points). Growth in hours worked accelerated as unemployment fell to a 10-year low. Labour markets have tightened considerably, even as labour force participation rates increased. University-educated workers contributed about two-thirds of a percentage point to Canada's GDP growth, while non-university workers added slightly more than percentage point (for the United States, 0.73 and 0.63 percentage points, respectively). Faster growth in multifactor productivity contributed the remaining 1.0 percentage points in Canada (0.76 percentage points for the United States).

Table 3a

Sources of Gross Domestic Product Growth, Canada (average annual growth percentage rates of growth)

	1981-2000	1981-88	1988-2000	1988-95	1995-2000
			Outputs		
Gross Domestic Product (GDP)	2.69	3.24	2.37	0.90	4.46
Contribution of Information Technology-GDP	0.43	0.30	0.51	0.31	0.79
Computer and Software Consumption	0.05	0.05	0.05	0.04	0.07
Computer Investment	0.25	0.24	0.26	0.16	0.40
Software Investment	0.14	0.11	0.16	0.12	0.20
Communication Investment	0.04	0.02	0.05	0.03	0.08
Consumer Durable Services	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07
Communication Services	0.06	0.06	0.06	0.05	0.08
Other	-0.17	-0.22	-0.14	-0.15	-0.12
Contribution of Non-information Technology-GDP	2.26	2.95	1.86	0.59	3.68
Housing Services	0.38	0.40	0.37	0.38	0.35
Housing Investment	0.10	0.35	-0.05	-0.24	0.24
Other	1.79	2.21	1.54	0.46	3.09

Table 3a (cont'd)

Sources of Gross Domestic Product Growth, Canada (average annual growth percentage rates of growth)

	1981-2000	1981-88	1988-2000	1988-95	1995-2000
			Inputs		
Gross Domestic Income	2.47	2.74	2.31	1.51	3.45
Contribution of Capital Services	1.35	1.52	1.26	0.95	1.68
Contribution of Information Technology	0.44	0.31	0.54	0.39	0.75
Computers	0.24	0.19	0.28	0.17	0.44
Communication	0.04	0.02	0.05	0.04	0.07
Software	0.10	0.07	0.13	0.12	0.16
Consumer Durable Services	0.05	0.04	0.07	0.06	0.08
Contribution of Non-information Technology	0.91	1.20	0.72	0.56	0.94
Other Machinery and Equipment	0.16	0.11	0.21	0.09	0.37
Other Durables	0.10	0.25	-0.01	-0.10	0.13
Housing	0.39	0.58	0.25	0.36	0.07
Other	0.26	0.26	0.27	0.20	0.36
Contribution of Labour Services	1.12	1.23	1.06	0.56	1.77
University-educated Workers	0.50	0.40	0.56	0.47	0.68
Non-university-educated Workers	0.62	0.83	0.50	0.08	1.09
Multifactor Productivity	0.22	0.51	0.06	-0.60	1.01

Notes: The contribution of an output or an input is the rate of growth multiplied by the value share. Contributions are defined in equation (2) in the text.

Table 3b

Sources of Gross Domestic Product Growth, United States (average annual growth percentage rates of growth)

	1981-2000	1981-88	1988-2000	1988-95	1995-2000
			Outputs		
Gross Domestic Product (GDP)	3.72	3.76	3.70	2.94	4.78
Contribution of Information Technology-GDP	0.82	0.60	0.95	0.61	1.42
Computers and Software Consumption	0.10	0.07	0.12	0.08	0.17
Computers Investment	0.26	0.23	0.27	0.18	0.41
Software Investment	0.17	0.12	0.20	0.14	0.28
Communication Investment	0.08	0.05	0.10	0.04	0.19
Consumer Durable Services	0.13	0.07	0.16	0.10	0.25
Communication Services	0.08	0.05	0.10	0.08	0.13
Other	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Contribution of Non-information Technology-GDP	2.91	3.16	2.76	2.33	3.36
Housing Services	0.15	0.17	0.14	0.14	0.15
Housing Investment	0.17	0.30	0.09	0.01	0.20
Other	2.59	2.70	2.53	2.18	3.01

Table 3b (cont'd)

Sources of Gross Domestic Product Growth, United States (average annual growth percentage rates of growth)

	1981-2000	1981-88	1988-2000	1988-95	1995-2000
			Inputs		
Gross Domestic Income	3.09	3.19	3.04	2.34	4.02
Contribution of Capital Services	1.89	1.88	1.90	1.36	2.66
Contribution of Information Technology	0.53	0.43	0.58	0.37	0.88
Computers	0.23	0.23	0.23	0.11	0.38
Communication	0.13	0.08	0.15	0.12	0.20
Software	0.06	0.06	0.06	0.04	0.08
Consumer Durable Services	0.12	0.06	0.14	0.09	0.22
Contribution of Non-information Technology	1.37	1.46	1.32	0.99	1.78
Other Machinery and Equipment	0.56	0.49	0.60	0.39	0.89
Other Durables	0.36	0.45	0.31	0.24	0.42
Housing	0.24	0.25	0.23	0.21	0.27
Other	0.21	0.27	0.17	0.16	0.20
Contribution of Labour Services	1.20	1.31	1.14	0.98	1.36
University-educated Workers	0.77	0.76	0.78	0.89	0.73
Non-university-educated Workers	0.43	0.56	0.36	0.09	0.63
Multifactor Productivity	0.63	0.56	0.67	0.60	0.76

Notes: The contribution of an output or an input is the rate of growth multiplied by the value share.
Contributions are defined in equation (2) in the text.

The contribution of capital input reflects the investment boom of the late 1990s as businesses, households, and governments poured resources into plant and equipment, especially computers, software, and communications equipment. The contribution of information technology capital services has grown steadily throughout the 1988-2000 period, a reflection of the impact of the accelerating decline in information technology prices. The contribution of information technology capital services was accompanied by a strong contribution of university-educated labour input.

After maintaining an average rate of 0.51 percent in Canada for the period 1981-88, multifactor productivity growth fell to -0.6 percent for the 1988-95 period and then vaulted to 1.01 percent per year for 1995-2000. This is a major source of growth in output and labour productivity for the Canadian private economy. While multifactor productivity growth for the 1995-2000 period is lower than the rate of the sixties, the Canadian private economy is recuperating from the anemic productivity growth of the past 15 years.

Results show that recent resurgence of the Canadian private economy has raised the growth rate of real GDP by 3.56 percentage points when 1995-2000 is compared to 1988-95 (1.84 percentage points in the United States). Capital input contributed 0.73 percentage points to the post-1995 revival (1.30 percentage points for the United States); about half of this contribution of capital input in Canada is due to the surge of information technology capital input, while the other half is due to a more rapid accumulation of non-information technology assets. This contrasts with the United States where almost two-thirds of the increase in capital input between these two periods was attributable to non-information technology (0.79 percentage points compared to 0.51 for information technology). Labour input contributed 1.21 percentage points to the growth resurgence (0.38 percentage points for the United States). University-educated workers contributed slightly more than two-tenths of a percentage point, while non-university workers added close to another percentage point to the growth resurgence. In the United States, university-educated workers have made a negative contribution to overall labour input growth (-0.16 percentage points), compared to a 0.54 percentage points increase for non-university-educated workers. Faster growth in multifactor productivity in Canada contributed the remaining 1.61 percentage points (0.16 percentage points for the United States).[13]

Sources of Labour Productivity Growth

Output growth is the sum of growth in hours worked and labour productivity. Table 4 shows the breakdown between growth in hours and labour productivity for the same periods as in the previous tables. For the period 1981-2000, labour productivity growth in Canada has not predominated in output growth, increasing just over 1.01 percent per year for this period, while hours increased about 1.64 percent per year. This contrasts with the United States where labour productivity was equally important as hours at work in the source of output growth, accounting for 49 percent of the output growth (38 percent for Canada).

Labour productivity growth depends on capital deepening, labour quality growth, and the growth of multifactor productivity. We have divided capital deepening between information technology and non-information technology capital inputs and labour quality among university-educated and non-university workers and the reallocation of hours between these two categories of workers.

Table 4 reveals the well-known productivity slowdown of the early 1990s, compared to the 1980s, but also emphasizes the acceleration in labour productivity growth in the late 1990s. The slowdown through the early 1990s reflects primarily reduced multifactor productivity growth in Canada (capital deepening in the United States). The growth of labour productivity slipped in Canada during the early 1990s with a slump in multifactor productivity (in Canada) and capital deepening (in the United States) only partly offset by a revival in labour quality growth. A slowdown in hours combined with slowing labour productivity growth during 1988-95 gave rise to a further slide in the growth of output.

Accelerating output growth between the periods 1988-95 and 1995-2000 in Canada reflects primarily growth in labour hours, vaulting from 0.28 percent to 3.11 percent (1.42 percent to 2.26 percent in the United States) and labour productivity, which increased from 0.62 percent to 1.31 percent during this period (from 1.51 percent to 2.46 percent in the United States). The sources of the productivity revival are different in Canada and the United States. In Canada, multifactor productivity contributed 1.01 percentage points (or 77 percent of labour productivity growth), offsetting the slump in both capital deepening and labour composition. In the United States, capital deepening and multifactor productivity contributed, respectively, 1.57 and 0.76 percentage points, (accounting, respectively, for 31 percent and 64 percent to labour productivity growth), largely offsetting the labour quality slowdown. Reallocation of hours, a reflection of the shift of the workforce toward more productive activities, has made an important contribution.

Table 4

Sources of Labour Productivity Growth (average annual percentage rates of growth)

	1981-2000		1981-88		1988-2000		1988-95		1995-2000	
	Canada	United States	Canada	United States	Canada	United States	Canada	United States	Canada	United States
Labour Productivity	1.03	1.83	1.25	1.70	0.91	1.90	0.62	1.51	1.31	2.46
Gross Domestic Product	2.69	3.72	3.24	3.76	2.37	3.70	0.90	2.94	4.46	4.78
Hours Worked	1.64	1.86	1.97	2.02	1.45	1.77	0.28	1.42	3.11	2.26
Contribution of Capital Deepening	0.47	1.04	0.46	0.98	0.47	1.08	0.79	0.72	0.03	1.57
Information Technology	0.34	0.42	0.19	0.34	0.52	0.46	0.39	0.29	-0.27	0.69
Non-information Technology	0.13	0.62	0.27	0.64	-0.05	0.62	0.40	0.43	0.29	0.88
Contribution of Labour Composition	0.34	0.16	0.28	0.16	0.38	0.16	0.44	0.19	0.28	0.13
University-educated Workers	0.03	-0.02	0.02	-0.05	0.04	-0.01	0.05	0.00	0.02	-0.01
Non-university-educated Workers	0.19	0.06	0.19	0.04	0.19	0.07	0.22	0.10	0.14	0.04
Reallocation of Hours	0.12	0.12	0.07	0.18	0.15	0.09	0.17	0.09	0.12	0.10
Multifactor Productivity	0.22	0.63	0.51	0.56	0.06	0.67	-0.60	0.60	1.01	0.76
Information Technology	0.07	0.33	0.06	0.28	0.07	0.35	0.04	0.22	0.11	0.54
Non-information Technology	0.13	0.30	0.35	0.28	0.00	0.32	-0.69	0.38	0.98	0.22

The Sectoral Sources of Multifactor Productivity Growth

Motivation

We have explored the sources of the Canadian and the U.S. economic growth at the aggregate level and demonstrated that accelerated multifactor productivity growth is an important contributor to the recent growth resurgence—particularly in Canada. We now turn our attention to industry data to trace the contribution of information technology-producing industries to aggregate multifactor productivity growth. Before proceeding to the sectoral allocation of multifactor productivity gains, it is useful to note that Ho, Rao, and Tang, in this volume, also examines sectoral allocations. It is important, however, to note that there are differences in the coverage of information technology-producing industries, the domain of definition of the aggregate multifactor productivity growth and the aggregation methodology.

First, Ho, Rao and Tang use the notion of business sector employed by the Canadian productivity accounts and the BLS, a narrower coverage than the notion of private economy employed in our study. In addition to the business sector, the latter includes owner-occupied dwellings and the service flows of consumer durables. Second, our method uses a top-down approach, compared to a bottom-up approach in Ho, Rao and Tang. Third, information technology-producing industries are defined to include two manufacturing industries that produce information technology assets (computers, telecommunication equipment and software) and semi-conductors: computers, and communications and electronic equipment. In contrast, Ho, Rao and Tang add communication services to these two manufacturing industries. Despite these differences, the same broad trends emerge and therefore attest to the robustness of the findings.

Methodology and Data Sources

This section summarizes the methods for allocating the sources of aggregate economic growth to the sectoral level. The first component consists of a production function for each industry with gross output expressed as a function of capital, labour, intermediate inputs and the level of technology. The second is the Domar methodology for aggregating over industries to obtain an aggregate measure of productivity. The remainder of this section summarizes our methodology and the underlying data sources and discusses the results.

The conceptual distinction between industry and aggregate productivity indexes has long been recognized. Domar (1961) developed an internally consistent link by expressing the rate of aggregate multifactor productivity growth as a weighted average of industry productivity growth rates, with weights equal to the ratios of industry gross output to aggregate GDP. Domar weights have the notable feature that they do not sum to unity. This reflects the different output concepts used at the aggregate and industry levels. At the aggregate level, only primary inputs are included, while both primary and intermediate inputs are included in the industry production functions. For the same industry, gross output exceeds value added, so the sum of gross output across industries exceeds the sum of value added. This weighting methodology implies that the private economy-wide multifactor productivity growth can grow faster than productivity in any industry, since productivity gains are magnified as they work their way through the production process.

This internally consistent framework makes it possible to identify the role of information technology production as a source of productivity growth at the sectoral level. Jorgenson, Gollop, and Fraumeni (1987) have employed Domar's (1961) model to trace aggregate productivity growth to its sources at the level of individual industries. More recently, Jorgenson and Stiroh (2000), and Jorgenson, Ho, and Stiroh (forthcoming), for the United States, and Harchaoui and Tarkhani (2004a), for a Canada-U.S. comparison, have used the same framework to quantify the contribution of information technology-producing industries to the business sector multifactor productivity revival.

Before turning to the results, a description of the data sources is in order. The primary source of information at the industry level is the KLEMS database for both countries maintained, respectively, by the Canadian Productivity Accounts and Dale Jorgenson and his associates. Both data sources employ similar concepts and methods that accord with the OECD productivity manual (OECD 2001). These data include series in chained constant dollars for output, capital, labour and intermediate inputs, along with the current dollar cost of each of these inputs. At the industry level, computers and communications and electronic equipment constitute the two manufacturing industries that make up the information technology-producing industries for Canada and the United States. Although these two industries account for a small share in the aggregate GDP in both Canada and the United States, they have experienced a rapid output growth over the last 20 years.

Before proceeding to the empirical results, we should point out two features of the data employed in industry-level analysis. First, the Canadian Productivity

Account (CPA) series on gross output and intermediate inputs are usually three years behind the reference year due to the long lag in obtaining detailed inter-industry transactions from Statistics Canada input-output tables. To capture most of the growth revival experienced by the Canadian business sector in the late 1990s, these series were updated on an experimental basis using synthetic input-output tables for the post benchmark years. Despite the preliminary nature of the projected series for the 1998-2000 period, their overall trend over the 1981-2000 period appears to be reasonable and consistent with other current series such as investment or value added by industry.

Second, our estimates of capital services at the industry level are not directly comparable to the aggregate series employed in the previous sections of this study. In the first part of the study, we have used a production possibility frontier which requires an aggregate measure of capital services $\left(K_t = f\left(K_{1,t}, K_{2,t}, \ldots, K_{n,t}\right)\right)$, where n includes all types of reproducible fixed assets, inventories and land. In this section, we assume the existence of a production function at the industry level, which implies that capital services are aggregated across assets and industries.

Empirical Results

Figures 9a and 9b report the contribution of information technology and non-information technology industries to the aggregate multifactor productivity growth in Canada and the United States. Canada's information technology-producing industries have consistently made a positive, albeit small, contribution to the aggregate productivity growth. Compared to the early 1980s, their contribution during the second half of the 1990s almost doubled to reach 0.12 percentage points. In contrast, information technology-using industries have generated the bulk of the aggregate multifactor productivity in Canada during the early 1980s and late 1990s; but their contribution has been negative in the early 1990s, thereby explaining, to a large extent, the fortunes of the aggregate productivity performance in Canada during that period. While close to 80 percent of the multifactor productivity performance in Canada during the late 1990s was driven by information technology-using industries, the story is different for the United States, where these industries have generally generated about 25 percent of the aggregate productivity gains. This result is consistent with the one reported in Harchaoui and Tarkhani (2004a), based on a different methodology from the one employed in this study.

Figure 9a

Sectoral Contributions of Information Technology to Canada's Multifactor Productivity Growth, Private Economy (Average annual percentage rates of growth)

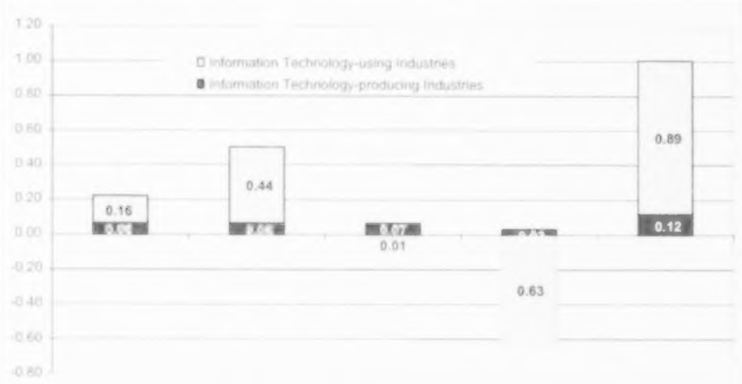


Figure 9b

Sectoral Contributions of Information Technology to U.S. Multifactor Productivity Growth, Private Economy (average annual percentage rates of growth)

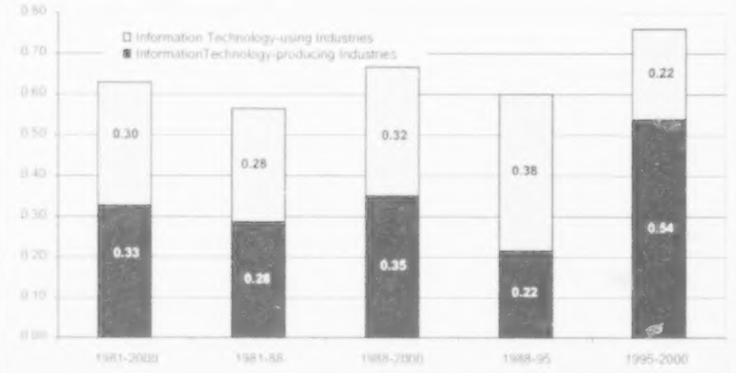
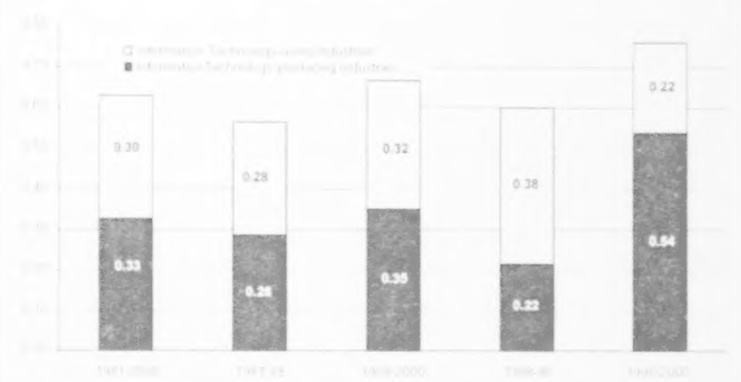


Figure 9a

Sectoral Contributions of Information Technology to Canada's Multifactor Productivity Growth, Private Economy
(Average annual percentage rates of growth)

Figure 9b

Sectoral Contributions of Information Technology to U.S. Multifactor Productivity Growth, Private Economy
(average annual percentage rates of growth)



The difference in the sectoral sources of multifactor productivity between Canada and the United States may be the result of differences in the structure of the economies and/or in the sources, concepts and methods that underlie the statistical systems of the two countries. Differences in the measurement of information technology prices has long been considered as the prime suspect of the Canada-U.S. manufacturing sector's productivity gap in the Canadian public policy debate. As shown by Table 5, the price changes have significant impacts on the productivity performance of information technology-producing industries. It is therefore important to ascertain the extent to which these price differences account for the sectoral allocation of the multifactor productivity growth.

During the 1981-2000 period, the annual growth rate of computers and office equipment industry's output implicit prices declined by 12.7 percent in Canada, slightly slower than the 14.5 percent drop for their U.S. counterparts. This contrasts with the communication and electronic products industry which showed diverging trends between the two countries: a 0.9 percent increase for Canada, compared

Table 5

Output and Intermediate Inputs Implicit Prices of Information Technology-producing Industries (average annual growth rate in percent)

		1981-2000	1995-2000
Canada			
Output	Computers and Office Equipment	-12.7	-18.6
	Communication and Electronic Products	0.9	-1.6
	Information Technology-producing Industries	-3.0	-6.0
Intermediate Inputs	Computers and Office Equipment	-9.4	-17.1
	Communication and Electronic Products	2.1	0.7
	Information Technology-producing Industries	-1.0	-3.5
United States			
Output	Computers and Office Equipment	-14.5	-22.1
	Communication and Electronic Products	-6.1	-12.8
	Information Technology-producing Industries	-9.5	-16.2
Intermediate Inputs	Computers and Office Equipment	-6.1	-11.9
	Communication and Electronic Products	-2.1	-7.0
	Information Technology-producing Industries	-3.1	-7.7

to a 6.1 percent decline for the United States. The implicit prices for the intermediate inputs showed similar diverging trends for the communication and electronic products industry (a 2.1 percent increase for Canada, compared to a 2.1 percent decline for the United States), whereas those of the computers and office equipment industry declined faster in Canada compared to the United States (9.4 percent and 6.1 percent, respectively). This discrepancy becomes wider in the late 1990s, due to the relentless decline in the prices of information technology output in the United States.

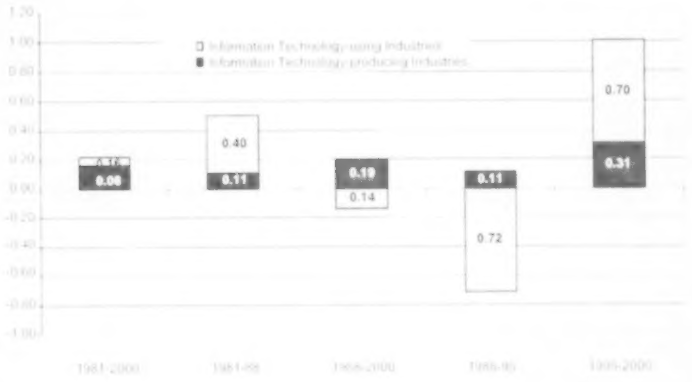
In order to make a rigorous comparison between the role of information technology-producing industries in productivity performance in Canada and the United States, we have introduced an *internationally harmonized* deflator for information technology-producing industries' output and intermediate inputs, based on the implicit prices (adjusted for the exchange rate) from the U.S. KLEMS database. The harmonized deflator drops much faster than the prices in the Canadian productivity accounts. We investigate how this affects our estimates.

With the harmonized price indexes, although multifactor productivity growth of Canadian information technology-producing industries improved from 3.1 percent to 7.2 percent, it still shows a 1.7 percentage point gap in favour of their U.S. counterparts. This gap reflects the joint effect of the exchange rate and the differences in the structures of the information technology-producing industries between Canada and the United States. Although it is difficult to quantify the impact of each of these effects, the importance of the difference in the structures cannot be negligible.

In both countries, multifactor productivity of computers and office equipment grew at more than twice the rate of communication and electronic equipment. However, the relative size of the two industries in the two countries showed significant differences. In the late 1990s, the communication and electronic equipment industry accounted for three-quarters of Canadian information technology-producing industries, up from 68.1 percent in 1981. This contrasts markedly with the United States, where this industry is much smaller, accounting for slightly more than one third of the information technology-producing industries output in the late 1990s, down from 43.2 percent in 1981. Therefore, the least performing information technology-producing industry has seen its relative share increasing in Canada and vice versa in the United States. This suggests that the role of economic structure in the Canada-U.S. multifactor productivity gap of information technology-producing industries cannot be ruled out.

Figure 10

Sectoral Contributions of Information Technology to Canada Multifactor Productivity Growth Using International Harmonized Prices, Private Economy (average annual percentage rates of growth)



Despite this difference in the structure of the information technology-producing industries, it is informative to examine how these harmonized price indexes affect our results on the sectoral allocation of aggregate multifactor productivity growth. Figure 10 shows that with the use of harmonized prices, the contribution of information technology-producing industries to the Canadian productivity revival almost tripled, averaging 0.31 percentage points during the post-1995 period. Despite this increase, the basic story remains unchanged—the bulk of the Canadian multifactor productivity revival was attributable to information technology-using industries.

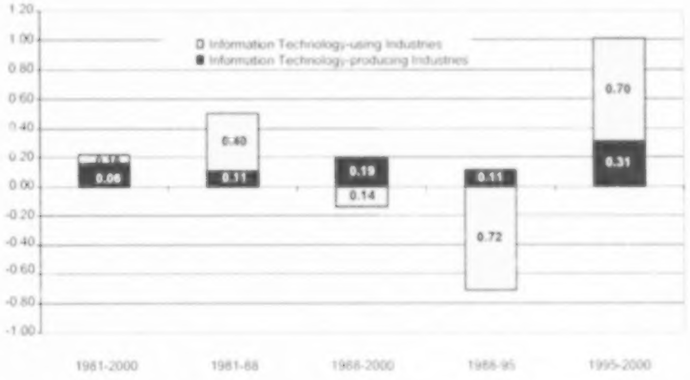
Concluding Remarks

THIS STUDY HAS EMPLOYED NEW DATA on the sources of growth for the Canadian and U.S. private economies over the period 1981-2000. There are several innovations implemented in this study.

First, our definition of the private economy is broader than the notion of business sector employed in our previous work. In particular, we treat consumer durable

Figure 10

Sectoral Contributions of Information Technology to Canada Multifactor Productivity Growth Using International Harmonized Prices, Private Economy (average annual percentage rates of growth)



Despite this difference in the structure of the information technology-producing industries, it is informative to examine how these harmonized price indexes affect our results on the sectoral allocation of aggregate multifactor productivity growth. Figure 10 shows that with the use of harmonized prices, the contribution of information technology-producing industries to the Canadian productivity revival almost tripled, averaging 0.31 percentage points during the post-1995 period. Despite this increase, the basic story remains unchanged—the bulk of the Canadian multifactor productivity revival was attributable to information technology-using industries.

Concluding Remarks

THIS STUDY HAS EMPLOYED NEW DATA on the sources of growth for the Canadian and U.S. private economies over the period 1981-2000. There are several innovations implemented in this study.

First, our definition of the private economy is broader than the notion of business sector employed in our previous work. In particular, we treat consumer durable

goods symmetrically with housing capital since both are essentially investment goods that provide a flow of services over many periods.

Second, we made the distinction between university-educated workers and non-university-educated workers to compare the role of knowledge workers and information technology assets in the growth resurgence in Canada and the United States.

Third, an important feature of the accounting framework is the explicit role of intermediate inputs at the industry level. Price declines resulting from imported information technology in Canada and improvements in semiconductor technology in the United States are, to a large extent, reflected in the large contributions of intermediate inputs of information technology-producing industries of these two countries.

The results indicate that the mechanisms underlying the structural transformation of the Canadian and the U.S. private economies are readily apparent in the data. The structure of aggregate GDP has been shifting toward information technology commodities. The capital deployed in the economy is moving rapidly toward information technology assets. Finally, the composition of the work force is evolving toward more university-educated workers as investments in higher education continue to rise.

As an illustration, consider the increasing role that information technology played as a source of economic growth. For the period 1981 to 1988, information technology-GDP contributed less than one-tenth of one percent to Canada's economic growth (16 percent for the United States). Since 1995, however, the price of information technology has fallen at historically unprecedented rates, and firms and households have followed a basic principle of economics — they have substituted towards relatively cheaper commodities. Since 1995, the price decline for information technology has accelerated, reaching 4.3 percent per year from 1995 to 2000 (9 percent for the United States). In response, investment and consumption in information technology have exploded and the growth contribution of information technology-GDP almost doubled to 0.18 percentage points per year in the late 1990s (0.30 percentage points for the United States). The larger share of information technology in the United States, compared to Canada, accounts for much of the difference in these contributions.

Next, consider the acceleration of labour productivity growth in the 1990s. After a seven-year slowdown dating back to the early 1990s, Canada's labour productivity grew 1.31 percent per year for the 1995-2000 period (2.46 for the United States), a 0.69 percentage point faster than during the 1990-95 period (close to 1 percentage point for the United States). A detailed decomposition shows that information technology capital deepening retarded labour productivity growth in Canada (-0.27 percentage points) as a result of the remarkable increase in hours at work, but added 0.69 percentage points to the U.S. labour productivity growth. Non-information technology capital deepening has made a 0.29 percentage points contribution to labour productivity in Canada, compared to 0.88 percentage point for the United States.

Slowing labour quality growth retarded Canada's labour productivity growth by 0.16 percentage points (0.06 percentage points for the United States), relative to the early 1990s, a result of exhaustion of the pool of available workers. The contribution of non-university-educated workers dominated that of university-educated workers in both Canada and the United States. Reallocation of hours, a reflection of the shift of the workforce toward more productive activities, has also made an important contribution.

Faster multifactor productivity growth contributed an additional 1 percentage point in Canada (0.76 percentage points in the United States), largely reflecting different sectoral sources of technical change resulting from the acceleration in the information technology price decline. A closer look at the data showed that gains in U.S. multifactor productivity growth can be traced, in substantial part, to information technology-producing industries, which produce computers, semiconductors, and other high-tech gear. The evidence is equally clear that information technology-using industries like finance, insurance, and real estate, and distributive trade industries have been the source of Canada's multifactor productivity revival.

Endnotes

1 See Jorgenson and Stiroh (2000), Jorgenson (2001), Jorgenson, Ho, and Stiroh (forthcoming), as well as Baily (2002), Congressional Budget Office (2002), Council of Economic Advisors (2002), Gordon (2002), McKinsey Global Institute (2001), Oliner and Sichel (2000, 2002), and Whelan (2002).

2 See Harchaoui, Tarkhani, Jackson and Armstrong (2002) and Harchaoui and Tarkhani (2004a).

3 See Baldwin and Harchaoui (2003).

4 Our previous studies employed official U.S. data from the U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS). In the present study, we use Dale Jorgenson's KLEMS database, a data source that is not directly comparable to its official U.S. counterpart from the BLS. The former uses the notion of gross output (sectoral output for the BLS) and labour input (hours at work for the BLS) at the industry level. Owner-occupied dwellings and the service flows of durables are in scope in Jorgenson's data but out of BLS scope.

5 In the system of national accounts, capital formation is confined to institutional units in their capacity as producers. Thus, there is no gross fixed capital formation of households, unless they are producers. One consequence is that persons who own the dwellings in which they live are treated as unincorporated enterprises that produce housing services that are consumed by the household to which the owner belongs. This activity is excluded from the coverage of the Canadian productivity accounts and the U.S. official productivity program, maintained by the U.S. BLS. Similarly, the imputed income generated by the fictitious unincorporated enterprises is also excluded from the production side of the productivity accounts.

6 Under the existing practice, personal expenditure is not a true measure of consumption. Under the existing conventions, purchases of consumer durables are expensed in the period when transactions occur. Since durable goods have a service life of more than one year, this treatment fails to capture the service flow from the stock of durables throughout their length of life, thereby making the conventions for the measurement of consumer durables not symmetrical with those of housing. This is by no means the first time that Statistics Canada has explored the construction of estimates for the flow of services for consumer durables. See Johal (1992).

7 See Katz and Peskin (1980) and the references therein. Katz and Peskin derived experimental estimates of consumer durables flow of services for the United States. A similar work for Canada was performed by Johal (1992).

8 Note that our output and capital services flow concepts include the service flows from residential structures and consumer durables.

9 See Harchaoui and Tarkhani (2004b) for a description of the methodology.

10 At the time this study was written, Statistics Canada has not introduced capitalized software expenditures in the data prior to 1981.

11 In Canada and the United States, university labour input comprises all employees with a B.A. and above.

12 Gu and Wang in this volume found that Canadian industries that are both information technology intensive and skill intensive had larger productivity gains in the post-1995 period. This finding tends to support the complementarity explanation between skilled workers and information technology capital.

13 These results are generally consistent with those of Ho, Rao and Tang in this volume who also found that Canada has experienced a more rapid surge in economic growth and labour input growth than the United States.

Acknowledgments

AN EARLIER VERSION OF THIS STUDY was presented at the 37th Canadian Economic Association meeting in Ottawa, May 2003. We thank John Baldwin, Michael Denny, Erwin Diewert, Pierre Duguay, Alice Nakamura and the audience for their comments and suggestions. We are grateful to Wulong Gu for the production of the Canadian labour input series, Weimin Wang for the production of the Canadian gross output and intermediate input series for the post-benchmark years, and Dale Jorgenson for providing his KLEMS database. This study used the September 2002 vintage of the Canada-U.S. data which have been subsequently revised. Despite significant revisions for GDP growth (upward for Canada and downward for the United States), the story laid out in this study remains unchanged.

Bibliography

Baily, M.N. "The New Economy: Post Mortem or Second Wind." *Journal of Economic Perspectives* 16 (2002): 3-22.

Baldwin, J.R., and T.M. Harchaoui, eds. *Productivity Growth in Canada — 2002*. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204 XPB, 2003.

Bureau of Labor Statistics. "Multifactor Productivity Trends." USDL 02-36. February 11, 2002.

Christensen, L.R., and D.W. Jorgenson. "Measuring Economic Performance in the Private Sector." In *The Measurement of Economic and Social Performance*. Edited by Milton Moss. New York: National Bureau of Economic Research, 1973.

Congressional Budget Office. *The Budget and Economic Outlook: Fiscal Years 2003-2012*. 2002.

Council of Economic Advisors. *Economic Report of the President.* Washington: U.S. Government Printing Office, February 2002.

Domar, E. "On the Measurement of Technological Change." *Economic Journal* 71 (1961): 709-729.

Dougherty, C., and D.W. Jorgenson. "There is No Silver Bullet: Investment and Growth in the G7." *National Institute Economic Review* 162 (October 1997): 57-74.

Fraumeni, B. "The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts." *Survey of Current Business* (July 1997): 7-23.

Gordon, R.J. *Technology and Economic Performance in the U.S. Economy.* NBER Working Paper No. 8771. February 2002.

Gu, W., and W. Wang. *Information Technology and Productivity Growth: Evidence from Canadian Industries.* Chapter 3 in this volume, 2004.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard, and M. Sillamaa. "The Changing Composition of the Canadian Workforce and its Impact on Productivity Growth." In *Productivity Growth in Canada - 2002.* Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui T.M., and F. Tarkhani. "A Comprehensive Revision of the Capital Input Methodology for Statistics Canada Multifactor Productivity." In *Productivity Growth in Canada - 2002.* Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaouie. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

—— *Whatever Happened to Canada-U.S. Economic Growth and Productivity Performance in the Information Age?* Economic Analysis Research Paper Series. Ottawa: Statistics Canada (Analytical Studies Branch), 2004a. Forthcoming.

—— *Accounting for Housing and Services Flow of Consumers' Durables in the Canadian Productivity Accounts.* Methodology Series. Ottawa: Statistics Canada (Analytical Studies Branch), 2004b. Forthcoming.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, C. Jackson, and P. Armstrong. "A Comparison of Canada-U.S. Economic Growth in the Information Age, 1981-2000: The Importance of Investment in Information and Communication Technologies." *Monthly Labor Review* 125, 3 (October 2002): 31-47.

Ho, M.S., and D.W. Jorgenson. "The Quality of the U.S. Workforce, 1948-95." Harvard University, 1999. Manuscript.

Ho, M.S., S. Rao, and J. Tang. *Sources of Output Growth in Canadian and U.S. Industries in the Information Age.* Chapter 4 in this volume, 2004.

Johal, K. "A Study of the Flow of Consumption Services from the Stock of Consumer Goods." Technical Series No. 18. Ottawa: Statistics Canada (National Accounts and Environment Division), 1992.

Jorgenson, D.W. "Information Technology and the U.S. Economy." *American Economic Review* 91 (2001): 1-32.

Jorgenson, D.W., and Z. Griliches. "The Explanation of Productivity Change." *Review of Economic Studies* (July 1967): 249-283.

Jorgenson, D.W., and K.J. Stiroh. "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age." *Brookings Papers on Economic Activity* 1 (2000): 125-211.

Jorgenson, D. W., and E. Yip. "Whatever Happened to Productivity Growth in the G-7?" In *New Developments in Productivity Analysis*. Edited by C.R. Hulten, E.R. Dean and M.J. Harper. Chicago: University of Chicago Press, 2001.

Jorgenson, D.W., F.M. Gollop, and B.M. Fraumeni. *Productivity and U.S. Economic Growth*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho, and K.J. Stiroh. "Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education." In *Measurement of Capital in the New Economy*. Edited by C. Corrado, J. Haltiwanger and D. Sichel. Chicago: University of Chicago Press. Forthcoming.

Katz, A.J., and J. Peskin. "The Value of Services Provided by the Stock of Consumer Durables, 1947-77: An Opportunity Cost Measure." *Survey of Current Business* 60 (1980): 22-31.

McKinsey Global Institute. *U.S. Productivity Growth, 1995-2000: Understanding the Contribution of Information Technology Relative to Other Factors*. Washington: McKinsey Global Institute, October 2001.

OECD. *OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and Aggregate Productivity Growth*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001.

Oliner, S.D., and D.E. Sichel. "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?" *Journal of Economic Perspectives* 14 (2000): 3-22.

——. "Information Technology and Productivity: Where are We Now and Where are We Going?" Federal Reserve Bank of Atlanta, *Economic Review*, 2002.

Statistics Canada. *The Daily*. July 2002.

Whelan, K. "Computers, Obsolescence, and Productivity." *Review of Economics and Statistics* 84 (2002): 445-462.

Information Technology and Productivity Growth: Evidence from Canadian Industries

3

Wulong Gu & Weimin Wang

Abstract

LABOUR PRODUCTIVITY GROWTH ACCELERATED in the Canadian business sector after 1995. Our analysis shows that the rise in multi-factor productivity (MFP) growth was the main contributing factor. Information technologies (IT) made little direct contribution to the labour productivity growth revival through capital deepening. However, our results show that IT use is linked to the MFP growth acceleration through IT-induced organizational innovation and network or spillover effects. Our results also show that the industries with larger shares of knowledge workers are more likely to benefit from IT. There is some evidence to suggest that manufacturing industries that are more open to international trade have larger productivity gains from IT.

Introduction

PRODUCTIVITY GROWTH ACCELERATED in the Canadian business sector in the second half of the 1990s. This pick-up occurred somewhat later in Canada than in the United States (Robidoux and Wong, 2003; Faruqui, Gu, Kaci, Laroche, and Maynard, 2003; Armstrong, Harchaoui, Jackson, and Tarkhani, 2002; Crawford, 2002). Between the 1988-95 and 1995-2000 periods, annual labour productivity growth in the Canadian business sector rose from 1.56 percent to 1.91 percent. Annual multifactor productivity growth increased from 0.57 percent to 1.06 percent. The objective of this study is to examine the sources of the productivity growth revival in the Canadian business sector. In particular, we will examine the issue of whether this productivity growth revival is linked to the use of information technologies (IT).

A large number of studies in the United States conclude that the productivity growth revival in the United States is due to IT production and IT use (Jorgenson, Ho, and Stiroh, 2002; Pilat and Lee, 2001). A number of studies in Canada find that

the pickup in productivity growth in Canada is due to the increase in productivity growth in the service sectors such as wholesale and retail trade, and communication services (Faruqui, et al, 2003; Rao and Tang, 2001). As the services sector has invested heavily in IT during the 1990s, these studies infer that the productivity growth pickup is linked to IT in Canada as is the case for the United States (Colecchia and Schreyer, 2002) .

Most existing studies have focused on the contribution of IT use and IT production to productivity growth in Canada and the United States. The use of IT contributes to labour productivity growth through capital deepening as industries increased their investments in IT.[1] The production of IT contributes to labour productivity growth through rapid technological progress and strong multifactor productivity growth in IT-producing industries.

A number of recent papers in the United States have begun to examine a related question: Is IT use linked to strong multifactor productivity growth during the second half of the 1990s (Stiroh, 2002a; Basu, Fernald, Oulton, and Srinivasan, 2003)? These studies have identified two potential links between IT and multifactor productivity growth: IT-induced organizational innovations and network or spillover effects. First, firm-level studies suggest that to benefit from investment in IT, firms must change their workplace and organizational practices (Brynjolfsson and Hitt, 2000; Gera and Gu, forthcoming). These organizational changes include the restructuring of the production process, management systems and employee involvement schemes, and external reorganization emphasizing customer orientation, outsourcing, firm networks and other collaborative arrangements (OECD, 2003). As a result of organizational changes, investment in IT improves production efficiencies of the firms using IT and thus leads to multifactor productivity growth.

Second, IT could be linked to multifactor productivity growth through network or spillover effects. The OECD (2003) argues that the emergence of the Internet in the mid-1990s has expanded the effectiveness of IT and improved communications between producers as well as between producers and consumers. In addition, IT have allowed new businesses and markets to flourish rapidly in areas of new economy.

In this study, we make a number of contributions. First, we examine the issue of whether IT is linked to strong MFP growth in Canada through IT-induced organizational innovation and network or spillover effects. None of the existing studies for Canada has examined this issue. Second, we use data for 122 industries

— the most detailed industry aggregation that is available for productivity analysis — to examine the relationship between IT and productivity growth. Previous studies are restricted to a much broader industry aggregation (e.g. two-digit manufacturing plus one-digit non-manufacturing industries). Third, we examine the hypothesis that human capital and IT are complementary in improving productivity performance in Canadian industries. We also examine the hypothesis that industries that are more open to international competition benefit more from IT investments. It has been argued that to realize potential productivity gains from IT, human capital and competitive pressures are essential.

The rest of the study is organized as follows. In the next section, we provide a brief description of our data sources. In the third section, we examine the sources of output and labour productivity for the Canadian business sector. The fourth section addresses the issue of whether IT is linked to the post-1995 MFP growth acceleration in the business sector. In the fifth section, we ask the question: Do industries that have a larger share of knowledge workers and are more open to international competition benefit more from IT? The last section concludes the study.

Data Sources

DATA FOR OUR STUDY ARE OBTAINED from Statistics Canada's multifactor productivity database, which provides statistics on gross output, intermediate inputs, capital services and labour services for 122 individual industries of the Canadian business sector. Gross output and intermediate inputs in the database are constructed from Statistics Canada annual input-output tables. The measures of capital services and labour services recognize differences in the contributions of workers and capital to output and productivity. Labour input estimates reflect the compositional changes of workers with different educational attainment and experience (for details, see Gu, Kaci, Maynard, and Sillamaa, 2003). Capital input estimates are constructed from data on 28 producible assets plus land and inventories (for details, see Harchaoui and Tarkhani, 2003; and Gellatly, Tanguay, and Yan, 2003). Consequently, the capital input estimates account for substitution between these various assets. For the purpose of this study, capital input is divided into IT and non-IT capital, and labour input into labour input from university-educated workers and from non university-educated workers.

It should be noted that the gross output and intermediate inputs for the 1998-2000 period are estimated from preliminary input-output tables for the period.[2]

Statistics Canada uses the North American Industry Classification (NAICS) for the construction of input-output tables for the year 1997 onward. For the purpose of this project, we have constructed annual input-output tables based on the 1980 Standard Industrial Classification (SIC) for the years 1998, 1999 and 2000. These SIC-based input-output tables provide a time series of industry productivity at the P-level of industry classification) over the period 1981-2000.

Output and Productivity Growth for the Business Sector

IN THIS SECTION, WE EXAMINE THE SOURCES of value-added and labour productivity growth for the total business sector. From a traditional growth accounting technique, the growth in value added can be decomposed into three main sources: contribution of capital input, contribution of labour input, and multi-factor productivity growth. For the purpose of this study, we further allocate the contribution of capital input between IT and non-IT capital inputs. We also allocate the contribution of labour input between university and non-university labour input in order to examine the importance of educational attainment and human capital for economic growth.

The growth accounting technique decomposes value-added growth for the business sector as follows:

$$\text{(1)} \quad \begin{aligned} \Delta \ln V &\equiv \overline{v}^{IT} \Delta \ln K^{IT} + \overline{v}^{NIT} \Delta \ln K^{NIT} \\ &+ \overline{v}^{U} \Delta \ln L^{U} + \overline{v}^{NU} \Delta \ln L^{NU} + MFP \end{aligned}$$

where V is value added for the business sector, K^{IT} is the flow of capital services from investment in IT, K^{NIT} is the flow of capital services from non-IT capital services, L^{U} is labour input from university-educated workers, L^{NU} is labour input from non-university-educated workers, $\overline{v}$ is the share of an input in aggregate nominal value added, averaged over two periods.

Subtracting changes in hours worked $\Delta \ln H$ from both sides of Equation (1), we have the decomposition equation for aggregate labour productivity growth (ALP):

$$\text{(2)} \quad \begin{aligned} \Delta \ln(V/H) \equiv\ & \overline{v}^{IT} \Delta \ln(K^{IT}/H) + \overline{v}^{NIT} \Delta \ln(K^{NIT}/H) \\ & + \overline{v}^{U} \left[\Delta \ln Q^{U} + \Delta \ln \left(H^{U}/H \right) \right] \\ & + \overline{v}^{NU} \left[\Delta \ln Q^{NU} + \Delta \ln \left(H^{NU}/H \right) \right] + MFP \end{aligned}$$

Aggregate labour productivity growth in Equation (2) is decomposed into contributions from IT capital deepening, non-IT capital deepening and labour composition (or labour quality), and MFP growth. The contribution of labour composition to aggregate labour productivity growth is further decomposed into contributions from university and non-university workers and compositional shifts between university and non-university workers,

$$\overline{v}^{U}\Delta\ln(H^{U}/H) + \overline{v}^{NU}\Delta\ln(H^{NU}/H).$$

Table 1 summarizes the results of a growth accounting decomposition for value-added growth in the Canadian business sector. The decomposition is based on annual observations for the period 1981-2000, as well as sub-periods 1981-88, 1988-95 and 1995-2000. Our choice of the periods for the analysis is based on a number of considerations. The year 1981 is the first year for which Canada's industry output series are comparable to the United States. The year 1988 is approximately the end of the productivity growth cycle during the 1980s in Canada, and 1995 represents the year when the productivity growth revival in Canada started.

Results in Table 1 show that value added rose at an annual rate of 3.18 percent per year in the business sector during the period 1981-2000. Labour input contributed 1.35 percentage points. Capital input contributed 1.19 percentage points. The remaining 0.64 percentage points were due to MFP growth. Over the period 1981-2000, university-educated workers were as significant as non-university-educated workers in their contribution to the value-added growth of the business sector, even though university-educated workers only accounted for about 12 percent of hours worked. Similarly, IT capital services made a significant contribution to the growth in aggregate value-added despite their relatively small share in total capital services. The importance of university-educated workers and IT capital services reflect the fact that they tend to have higher marginal products than non-university-educated workers and non-IT capital services.

Table 1

Sources of Value Added Growth in the Business Sector, 1981-2000 (percentage points per year)

	1981-2000 (1)	1981-88 (2)	1988-95 (3)	1995-2000 (4)	(4) - (3)
Value Added	3.18	3.27	1.84	4.98	3.14
Contribution of Capital Input	1.19	1.14	0.75	1.64	0.89
IT	0.44	0.36	0.34	0.58	0.24
Non-IT	0.75	0.78	0.41	1.06	0.65
Contribution of Labour Input	1.35	1.42	0.52	2.28	1.76
University	0.60	0.44	0.50	0.86	0.36
Non-university	0.75	0.98	0.02	1.42	1.40
Aggregate MFP	0.64	0.72	0.57	1.06	0.49

The value-added growth showed a large increase in the business sector during the second half of the 1990s. Our results in Table 1 show that annual value-added growth rose from 1.84 to 4.98 percent between the periods 1988-95 and 1995-2000. This represents a 3.14 percentage-point increase during these two periods. About half of the output growth revival was due to an increased contribution from labour input, and mostly from non-university-educated workers. Capital deepening from both IT and non-IT was next in importance as a source of output growth revival, contributing 0.89 percentage points. MFP growth was also an important source of the growth acceleration in the Canadian business sector, contributing 0.49 percentage points.

In Table 2, we use equation (2) to decompose aggregate labour productivity growth into three sources: capital deepening, labour quality and MFP growth. Our decomposition results show that three sources made similar contributions to labour productivity growth in the business sector during the period 1981-2000. During that period, labour productivity rose by 1.55 percent per year. Capital deepening contributed 0.54 percentage points. Shifts in labour composition toward more educated and more experienced workers or labour composition contributed 0.37 percentage points. MFP growth accounted for 0.64 percentage points.

Table 2

Sources of Labour Productivity Growth in the Business Sector, 1981-2000 (percentage points per year)

	1981-2000 (1)	1981-88 (2)	1988-95 (3)	1995-2000 (4)	(4) - (3)
ALP Growth	1.55	1.32	1.56	1.91	0.35
Contribution of Capital Deepening	0.54	0.38	0.64	0.40	-0.24
IT	0.39	0.32	0.33	0.48	0.15
Non-IT	0.15	0.06	0.31	-0.08	-0.38
Contribution of Labour Quality	0.37	0.23	0.35	0.45	0.10
University	0.02	0.00	0.02	0.06	0.03
Non-university	0.19	0.15	0.17	0.24	0.07
Reallocation of Hours	0.15	0.08	0.16	0.16	0.00
Aggregate MFP	0.64	0.72	0.57	1.06	0.49

When we allocate the contribution of capital deepening to labour productivity growth between IT and non-IT capital services, we find that IT-capital deepening was more important than non-IT-capital deepening for labour productivity growth in the business sector. We also find that the importance of IT capital for productivity growth increased over the 1981-2000 period. For the 1995-2000 period, all of the productivity contribution from capital deepening was due to IT capital services. The contribution from non-IT capital-deepening was very small for that period.

The revival in output growth of the Canadian business sector in the period 1995-2000 reflects a dramatic increase in hours growth of 2.64 percentage points and a rise in labour productivity growth of 0.76 percentage points. Our decomposition results in Table 2 show that the post-1995 increase in labour productivity growth is entirely due to acceleration in MFP growth. Capital deepening made a small negative contribution to the labour productivity growth revival, which was partially offset by the positive contribution of labour composition.

While overall capital deepening slowed for the business sector after 1995, capital deepening from IT increased, making a positive though small contribution to the post-1995 increase in labour productivity growth in Canada.

Is the Productivity Growth Revival Linked to IT?

IN THIS SECTION, we ask whether the post-1995 MFP growth acceleration of the Canadian business sector is linked to IT use. We proceed in a number of steps. First, we ask how widespread the productivity growth revival is across Canadian industries. If the post-1995 pickup in productivity growth is concentrated in a few industries, IT use is unlikely to constitute the main factor behind the productivity acceleration in the Canadian business sector. During the 1990s, most Canadian industries have increased IT investments as a result of rapid technical progress in IT production and sharp declines in IT investment goods. If IT use is behind the productivity growth acceleration, the acceleration should have occurred in most Canadian industries.

Second, we consider aggregation over industries. In a growth accounting framework, MFP growth in the business sector can be traced to contributions from individual industries. If IT use is linked to the productivity growth revival, most MFP growth revival for the business sector should come from IT-intensive industries.

Third, we use regression analysis to examine the issue of whether IT use is linked to the productivity acceleration. If IT were the driving force behind the MFP revival, the post-1995 productivity acceleration should be positively related to IT use.

Is the Productivity Acceleration Widespread?

We have constructed MFP growth for 122 individual industries of the Canadian business sector over the period 1981-2000. The MFP growth of an industry is calculated as the difference between gross output growth and a share-weighted sum of input growth for capital service, labour service and intermediate inputs (Jorgenson, Ho, and Stiroh, 2002).

Table 3 presents summary statistics regarding MFP and ALP growth for the period 1995-2000 compared to the period 1988-95. Our results in Table 3 show that MFP growth increased in 62 of the 122 industries between the 1988-95 and 1995-2000 periods. These industries include large service industries such as wholesale, retail, communication services and financial services (see Table A1 in the appendix). As such, the industries with accelerating MFP growth accounted for the majority of gross output and hours worked (76.8 percent of total hours and 67.0 percent of gross output in 1995). We conclude that the post-1995 productivity growth acceleration has been pervasive across Canadian industries.

Table 3

Summary Statistics for Post-1995 Changes in Productivity Growth at Individual Industries

	Number of Industries	Hours Share (%), 1995	Output Share(%), 1995
Increase in ALP Growth	63	70.7	57.8
Increase in MFP Growth	62	76.8	67.0
Increase in both ALP and MFP Growth	49	63.7	51.9
Increase in ALP Growth, but not in MFP Growth	14	9.0	6.0
Increase in MFP Growth, but not in ALP Growth	13	13.2	15.1

Note: The total number of industries is 122.

While the productivity growth revival is pervasive across industries, an issue remains as to whether the revival is statistically significant. To address the issue, we use a simple test of changes in mean growth rates across industries.

(3) $\Delta \ln A_{i,t} = \alpha + \beta D + \varepsilon_{i,t}$, with $D = 1$ if $t > 1995$, $D = 0$ otherwise

where $\Delta \ln A_{i,t}$ is annual MFP growth for industry i, t is either years 1981 to 2000 or years 1988 to 2000. The coefficient α shows the mean MFP growth prior to 1995, and β the mean change in MFP growth in the 1995-2000 period compared to either 1981-95 or 1988-95 period.

To ensure the estimated coefficients mirror the aggregate productivity trend, we have estimated Equation (3) using a weighted least square regression. Nominal output was used as weights for the MFP growth regression. Our regression results show a large and statistically significant increase in MFP growth across Canadian industries after 1995. Between the 1988-95 and 1995-2000 periods, MFP growth increased by about 0.3 percentage points per year. The increase is statistically significant at the 5 percent level.

Aggregation over Industries

Our growth decomposition shows that the post-1995 acceleration in labour productivity growth for the business sector is almost entirely attributed to the acceleration in MFP growth. IT capital deepening made little contribution to this rise in labour productivity growth.

While IT capital accumulation was not directly responsible for the recent pickup in labour productivity growth in Canada, it has been suggested that IT may be linked to MFP growth through organizational innovation and spillover or network effects (Gera, Gu, and Lee, 1999; OECD, 2003). IT has allowed firms to adopt more efficient work organization, and improve communication between producers and consumers. This new technology has allowed new businesses and markets to flourish. In addition, IT industries develop, deliver and support products and services at the heart of the technology revolution (Beckstead and Gellatly, 2003). The OECD (2003, p.16) concludes that these additional gains has been important for Australia, Canada and the United States.

Our finding that MFP growth acceleration is pervasive across industries suggests that IT could be an important force behind the MFP growth. In this section, we use the growth accounting technique to examine the contribution of IT-intensive industries to increases in aggregate MFP growth in the 1990s. If IT has a positive effect on MFP growth, most MFP growth acceleration in the Canadian business sector should come from those industries that have invested heavily in IT.

Table 4

Tests of Post-1995 Acceleration of Industry MFP Growth

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.226** (2.41)	–	0.274*** (3.81)	–
Post-1995 Dummy	0.309** (2.13)	0.286** (2.03)	0.262* (1.87)	0.254* (1.86)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression with nominal output as weights. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

In a growth accounting framework, aggregate MFP growth can be expressed as a weighted sum of industry MFP growth using Domar weights plus terms reflecting the reallocations of resources across industries. The Domar weight in the framework is defined as the ratio of industry gross output to aggregate value added in nominal dollars. We have applied this Domar aggregation to examine the sources of aggregate MFP growth in Canada. The results are shown in Table 5.

In Table 5, we have divided industries into those that are IT-intensive and non-IT-intensive, using the IT share of capital services in 1995. These two groups are defined such that each accounted for about half of the aggregate output for the period 1988-95. There are a total of 33 IT-intensive industries, and the remaining 89 industries are classified as non-IT-intensive. Table A1 in the Appendix provides a list of the 33 IT-intensive industries. Most IT service industries such as wholesale and retail trade, financial services and communication services are classified as IT-intensive industries.

Our results show that IT-intensive industries made little contribution to MFP growth before 1995. Almost all MFP growth of the business sector can be attributed to non-IT-intensive industries for the period 1981-95. However, after 1995, IT-intensive industries were a much more important source of aggregate MFP growth than non-IT-intensive industries. For the period 1995-2000, IT-intensive industries contributed 0.71 percentage points or 66 percent of the aggregate MFP growth.

Table 5

Sources of MFP Growth in the Business Sector

	1981-2000 (1)	1981-88 (2)	1988-95 (3)	1995-2000 (4)	(4) – (3)
Aggregate MFP Growth	0.64	0.72	0.57	1.06	0.49
Domar-weighted MFP	0.65	0.72	0.57	1.06	0.49
IT Intensive	0.13	-0.01	0.05	0.71	0.66
Non-IT Intensive	0.52	0.72	0.52	0.34	-0.18
Reallocation of Capital and Labour	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Table 6

Top 10 Contributors to the Post-1995 MFP Growth Revival in the Business Sector

SIC 1980	Industries	IT Share
113	Retail Trade Industries	0.22
98	Construction	0.16
117	Other Business Services Industries	0.14
67	Motor Vehicle Industry	0.10
114	Finance and Real Estate Industries	0.10
109	Electric Power Systems Industry	0.08
120	Accommodation and Food Services Industries	0.07
107	Telecommunication Carriers Industries	0.06
123	Membership Organisation (excluding religious) & Other Service Industries	0.05
121	Amusement and Recreational Services	0.05

Annual MFP growth of the business sector rose by 0.49 percentage points in the period 1995-2000 relative to 1988-95. Our results show that all of this acceleration is due to the increased MFP growth in IT-intensive industries. As shown in Table 6, 8 of the top 10 contributors to the post-1995 rise in MFP growth are IT-intensive services industries.[7] None of these industries are manufacturing industries that produce IT. This provides evidence in support of the view that IT use has raised MFP growth of the Canadian business sector.

The Link Between IT and the Productivity Revival Across Industries

In this section, we address the issue of whether the aggregate MFP growth revival is linked to IT use by examining cross-industry relationship between IT use and MFP growth. If IT is a main factor for faster productivity growth, the industries that are more IT intensive should have larger gains in productivity growth.

Table 7 presents average MFP growth for IT- and non-IT-intensive industries. During the period 1988-95, IT-intensive industries have slower MFP growth than non-IT-intensive industries. This suggests that IT made little contribution to productivity growth in the Canadian business sector before the mid-1990s. After 1995,

Table 7

Productivity Growth by IT Intensity

	Share of Hours	Share of Output	MFP Growth	ALP Growth
1988-1995				
IT Intensive	0.63	0.49	0.05	1.24
Non-IT Intensive	0.37	0.51	0.52	1.92
1995-2000				
IT Intensive	0.66	0.52	0.69	2.65
Non-IT Intensive	0.34	0.48	0.36	1.81
1995-2000 less 1988-1995				
IT Intensive	0.03	0.03	0.63	1.41
Non-IT Intensive	-0.03	-0.03	-0.16	-0.11

Note: Average MFP growth is calculated as a weighted average of MFP growth using nominal gross output as weights. Average ALP growth uses hours worked as weights.

this so-called Solow productivity paradox disappeared in the Canadian business sector. IT-intensive industries have faster MFP growth than non-IT-intensive industries. Between the 1988-95 and 1995-2000 periods, IT-intensive industries showed large gains in MFP growth. In contrast, non-IT-intensive industries showed a slight decline.

We have estimated the correlation between changes in MFP growth during the 1988-95 and 1995-2000 periods across industries against IT share in 1995. We find that there is a positive and statistically significant relationship between MFP growth changes and IT share of capital services across Canadian industries. That is, industries that are more IT intensive had larger increases in MFP growth between these two periods.

While raw correlations are suggestive of a positive relationship between IT and MFP growth, more rigorous evidence can be provided using the following regression equation:

$$\Delta \ln A_{it} = \alpha + \beta D + \gamma IT_{i0} + \eta D \cdot IT_{i0} + \varepsilon_{it} \qquad (4)$$

with $D = 1$ if $t > 1995$, $D = 0$ otherwise

where $\Delta \ln A_{i,t}$ is annual MFP growth for industry i, IT_{95} is IT share of capital service in 1995, the coefficient γ shows the relationship between IT and productivity growth before 1995, the coefficient η measures the association between IT and post-1995 changes in MFP growth.

The results, shown in Table 8, show there is a positive and statistically significant relationship between IT and productivity growth acceleration across industries. The effects are quite large. Our estimates show that a 0.1 percentage-point increase in IT capital share is associated with a 0.4 percentage-point acceleration in annual MFP growth after 1995. This supports the view that the industries that purchased more IT experienced larger productivity gains later on. Our finding on a positive relationship between IT capital share and MFP growth acceleration provides evidence for the view that IT raised MFP through complementary organizational innovation and spillover or network effects.

Table 8

Regression Results for IT and Productivity Growth

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.515*** (3.28)	–	0.624*** (5.24)	–
IT-Intensity	-1.261** (-2.28)	–	-1.590*** (-3.68)	–
Post-1995 Dummy	-0.433* (-1.78)	-0.502** (-2.13)	-0.542** (-2.32)	-0.593*** (-2.62)
Post-1995 Dummy*IT-Intensity	3.173*** (3.78)	3.366*** (4.15)	3.503*** (4.33)	3.644*** (4.66)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square using nominal output as weights for MFP growth regression. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Robustness Checks

In this section we provide a number of robustness checks on our finding that IT is linked to MFP growth. First, we check if our finding is robust when we exclude those industries with less reliable productivity measures. Second, we check if our finding is robust when we exclude IT-producing industries. Third, we check if our result is robust to using an alternative measure of IT capital share.

Beckstead, Girard, and Harchaoui (2001) identified a number of Canadian industries that have less reliable productivity measures. These industries include construction, financial and real estate, business services, and other services industries. When we exclude those industries from our MFP growth regression (4), we find a similar result as is shown in Table 9. Our results show that IT is linked to post-1995 MFP growth acceleration across these well-measured Canadian industries. The relationship is statistically significant at the 5 percent level.

IT-producing industries had rapid MFP growth and they were also among the most IT-intensive.[4] When we rerun regression (4) on a sample of industries that exclude the IT-producing industries, we obtain similar results (Table 10).

Table 9

Regression Results for IT and Productivity Growth (on a sample of well-measured industries)

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.717*** (3.82)	–	0.484*** (5.68)	–
IT Intensive	-1.291 (-1.57)	–	-0.032*** (-4.54)	–
Post-1995 Dummy	-0.752*** (-2.61)	-0.750*** (-2.66)	-0.094 (-0.56)	-0.643** (-2.38)
Post-1995 Dummy*IT-Intensity	4.757*** (3.73)	4.644*** (3.73)	0.050*** (3.96)	3.063** (2.56)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression using nominal output as weights for MFP growth regression. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Table 10

Regression Results for IT and Productivity Growth (on a sample of industries excluding IT-producing industries)

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.589*** (3.81)	–	0.762*** (6.49)	–
IT Intensive	-1.888*** (-3.34)	–	-2.640*** (-5.94)	–
Post-1995 Dummy	-0.442* (-1.85)	-0.498** (-2.13)	-0.615*** (-2.68)	-0.646*** (-2.86)
Post-1995 Dummy*IT-Intensity	3.086*** (3.61)	3.246*** (3.89)	3.839*** (4.64)	3.898*** (4.81)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression using nominal output as weights for MFP growth regression. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Our results above use IT share in capital services as an independent variable. When we use share of IT capital in nominal gross output, we find our results are robust to using this alternative measure of IT capital share (Table 11).

Our empirical specification in equation (4) for examining the relationship between IT and MFP growth puts all the explanatory burden on IT capital share. It is possible that other variables, such as the share of intermediate input in nominal output, are also linked to the acceleration in MFP growth. When we replace IT capital share in Equation (4) by intermediate input share, we find that the new variable is not related to MFP growth (Table 12).[5]

In sum, we find strong and robust evidence that IT is linked the post-1995 MFP growth acceleration across Canadian industries. Our evidence supports the view that IT raised MFP in Canada through IT-induced organizational innovation and network or spillover effects.

Table 11

Regression Results for IT and Productivity Growth
(using share of IT capital service in nominal output as independent variable)

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.375*** (3.32)	–	0.484*** (5.68)	–
IT Service-output ratio	-0.021** (-2.36)	–	-0.032*** (-4.54)	–
Post-1995 Dummy	-0.015 (-0.09)	-0.034 (-0.20)	-0.094 (-0.56)	-0.150 (-0.92)
Post-1995 Dummy*IT-output Ratio	0.039*** (2.99)	0.043*** (3.35)	0.050*** (3.96)	0.054*** (4.43)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression using nominal output as weights for MFP growth regression. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Table 12

Regression Results for Intermediate Inputs and Productivity Growth

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000		1981-2000	
Constant	0.348 (1.36)	–	0.855*** (4.43)	–
Intermediate Input-output Ratio	-0.002 (-0.51)	–	-0.011*** (-3.25)	–
Post-1995 Dummy	0.281 (0.71)	0.336 (0.88)	-0.226 (-0.60)	-0.071 (-0.19)
Post-1995 Dummy*Inter. Input-output Ratio	0.001 (0.08)	-0.001 (-0.14)	0.010 (1.38)	0.006 (0.96)
Industry Fixed Effects	No	Yes	No	Yes

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression using nominal output as weights for MFP growth regression. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Our finding for Canada is consistent with the one for the United States that is reported in Basu et al. (2003). Basu et al. (2003) find that IT use is linked to MFP growth in the U.S. business sector during the 1990s. They interpret this as evidence that IT has raised multifactor productivity in the United States through purposeful co-invention in organizational capital and externalities associated with IT investments.

Stiroh (2002a) has also examined the relationship between IT and MFP growth revival and finds that IT is not related to the acceleration in MFP growth across the U.S. manufacturing industries. However, most IT investments are in non-manufacturing industries such as finance, insurance and real estate, and wholesale and retail trade. His focus on manufacturing industries may have missed the biggest impact from IT.

The Role of Human Capital and Trade Openness for Productivity Growth

OUR RESULTS SHOW that IT is linked to the post-1995 rise in MFP growth in the Canadian business sector. In this section, we ask whether there are other industry characteristics that are related to the MFP acceleration. Previous studies have argued that firms must have skilled workers to realize the productivity potential from new technologies such as IT. That is, skilled workers are complementary to IT in improving productivity performance (Jorgenson, Ho, and Stiroh, 2002; Bresnahan, Brynjolfsson, and Hitt, 2002). It can be also argued that the industries that face greater international competition are more likely to adopt changes in workplace practices to enhance gains from IT. Indeed, Caselli and Coleman II (2001) find that countries that are more open to international trade tend to have faster adoption of computers.

To examine the role of human capital in raising productivity gains of IT, we extend Equation (4) with an additional variable — the share of university workers (measured in 1995) and its interaction term with IT intensity (also measured in 1995). The results are shown in Table 13. The positive coefficient on the interaction term between IT capital share and university-educated worker share suggest that the industries that are both more IT intensive and more skill intensive had larger gains in productivity growth after 1995. The effects are quite large. Our estimates show that a 0.1 percentage-point increase in IT capital share and university worker share is associated with a 0.2 percentage-point acceleration in annual MFP and labour productivity growth in the 1995-2000 period in comparison

Table 13

Regression Results for IT, Human Capital and Productivity Growth

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000	1981-2000
Post-1995 Dummy	0.829**	0.457
	(2.09)	(1.19)
Post-1995 Dummy*IT-Intensity	2.139	2.494
	(1.28)	(1.54)
Post-1995 Dummy*University	-12.41***	-9.573***
	(-4.98)	(-4.00)
Post-1995 Dummy*IT-Intensity*University	18.21***	14.60**
	(2.84)	(2.35)

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression using nominal output as weights for MFP growth regression. All regressions include industry fixed effects. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

with the 1988-95 period. This is consistent with the view that IT and skilled workers are complementary in improving productivity performance.

Finally, we examine the issue of whether industries that are more open to international trade have larger productivity gains from IT. Baldwin and Gu (2003) find that export orientation is related to growth and success among Canadian manufacturing plants. As trade data are not available for non-manufacturing industries at our level of industry detail, we restrict our analysis to a sample of manufacturing industries. The results are shown in Table 14.

In Table 14, trade openness is defined as the ratio of exports plus imports to nominal gross output in 1995. In contrast to our results for the business sector, there is no evidence that MFP accelerated after 1995 for the manufacturing industries. The positive coefficient on the interaction term of IT intensity and trade openness suggests that the industries that are more open to international trade have larger gains in productivity growth in the 1995-2000 period. The coefficient estimate is statistically significant at the 10 percent level.[6]

Table 14
Regression Results for IT, Trade Openness and Productivity Growth (on a sample of manufacturing industries)

Dependent Variable: Annual MFP Growth

	1988-2000	1981-2000
Post-1995 Dummy	0.662 (0.81)	0.357 (0.47)
Post-1995 Dummy*IT-intensity	-4.794 (-1.15)	-1.631 (-0.42)
Post-1995 Dummy*Trade	-0.874 (-1.25)	-0.376 (-0.58)
Post-1995 Dummy*IT-intensity*Trade	5.082* (1.59)	1.606 (0.54)

Note: The coefficient estimates are based on a weighted least square regression nominal output as weights for MFP growth regression. All regressions include industry fixed effects. t-statistics are in parentheses. One asterisk denotes statistical significance at the 10-percent level, two asterisks denote the 5-percent level, and three asterisks the 1-percent level.

Conclusion

IN THIS STUDY, WE HAVE EXAMINED whether the post-1995 acceleration in productivity growth in the Canadian business sector is linked to information and communications technologies. Our main findings are as follows.

First, our results show that the pickup in labour productivity growth in the Canadian business sector is almost entirely due to the acceleration in MFP growth. Capital deepening was not a contributing factor to the labour productivity growth revival. However, capital deepening from IT increased after 1995, making a positive though small contribution to the post-1995 labour productivity growth acceleration in Canada. Our results for Canada are in sharp contrast to the results for the United States. In the United States, both rapid IT capital deepening and MFP growth acceleration made important contributions to the labour productivity growth revival during the 1990s.

Second, while IT capital deepening made little direct contribution to the labour productivity growth revival in Canada during the 1990s, we find that IT is linked to the MFP growth acceleration in Canada through network and spillover effects.

IT has allowed firms to adopt a more efficient work organization and improve communication between producers and consumers. A number of findings support this view. First, the MFP growth acceleration was pervasive across industries. The industries that experienced MFP acceleration in the 1990s accounted for more than 70 percent of output. Second, all MFP growth acceleration in the 1990s was from IT-intensive industries. Eight of the top ten contributors to the MFP growth acceleration are IT-intensive service industries including: retail trade, communication services, financial services and business services. Third, more IT-intensive industries showed larger MFP growth acceleration in the 1990s than less IT-intensive industries. These findings also support the view in Robidoux and Wong (2003) that the post-1995 productivity growth acceleration that occurred in Canada is a real phenomenon and not only a cyclical one. If the productivity growth acceleration in Canada was due to cyclical forces, these cyclical forces would have to be concentrated in IT-intensive industries for this to be the whole story.[7]

Third, consistent with the view that knowledge workers are complementary to IT, we find that industries that have a larger share of knowledge workers have larger productivity gains from IT. We also find some evidence that manufacturing industries that are more open to international trade have larger productivity gains from IT.

Endnotes

1 The two other studies in this volume have also focused on the distinction between IT use and IT production (Ho, Rao, and Tang, 2003; Harchaoui, Tarkhani, and Khanam, 2003).

2 These tables were constructed in the spring of 2003.

3 Two exceptions are construction and motor vehicles industries.

4 IT-producing industries include communications and other electronic equipment; office, store and business machines; and telecommunication carriers industries.

5 When we introduce the intermediate input and IT shares in a same equation, we find that the coefficient on the interaction term of IT share and the post-1995 dummy remains positive and statistically significant at the 5 percent level. The coefficient on the interaction of intermediate input share and post-1995 dummy is not significant at the 10 percent level for the period 1988-2000. However, for the period

1981-2000, the coefficient on the interaction of intermediate input share and post-1995 dummy is positive and statistically significant at the 5 percent level.

6 For manufacturing industries, we have run a regression that includes both the interaction of trade openness and IT and the interaction of skilled worker share and IT share. We find the coefficient on the former is positive and statistically significant at the 5 percent level, suggesting a complementary relationship between IT and skilled workers in Canadian manufacturing industries. The coefficient on the interaction of trade openness and IT share is positive. But it is no longer statistically significant at the 10 percent level.

7 Stiroh (2002b) made a similar argument against the view that the productivity revival in the United States during the 1990s is not a real phenomenon but only a cyclical one.

Acknowledgments

WE WOULD LIKE TO THANK John Baldwin, Mike Denny, Erwin Diewert and Tarek Harchaoui for their helpful comments. Views expressed in this study do not necessarily reflect those of Statistics Canada nor Industry Canada.

Bibliography

Armstrong, P., T.M. Harchaoui, C. Jackson, and F. Tarkhani. "A Comparison of Canada-U.S. Economic Growth in the Information Age, 1981-2000: The Importance of Investment in Information and Communications Technologies." *Economic Analysis Research Papers*, 11F0027MIE2002001, Statistics Canada, 2002. The study is also published in *Monthly Labor Review*, 2003.

Baldwin, J.B., and W. Gu. "Export-market Participation and Productivity Performance in Canadian Manufacturing." *Canadian Journal of Economics*, 2003.

Basu, S., J.G. Fernald, N. Oulton, and S. Srinivasan. "The Case of the Missing Productivity Growth: or, Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States but not the United Kingdom?" Paper presented for the 37th annual Canadian Economic Association Meeting, Ottawa, Canada, 2003.

Beckstead, D., and G. Gellatly. "The Growth and Development of New Economy Industries." In *The Canadian Economy in Transition*. Statistics Canada Catalogue No.11-622 (002), 2003.

Beckstead, D., A. Girard, and T.M. Harchaoui. "Quality Rating of Productivity Estimates and Related Data." In *Productivity Growth in Canada*, Statistics Canada Catalogue No. 15-204, 2001.

Bresnahan, T.F., E. Brynjolfsson, and L. Hitt. "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence." *Quarterly Journal of Economics* 117, 1 (2002): 339-376.

Brynjolfsson, E., and L. Hitt. "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance." *Journal of Economic Perspectives* 14, 4 (2000): 23-48.

Caselli, F., and W. Coleman II. "Cross-country Technology Diffusion: The Case of Computers." *American Economic Review* 91, 2 (2001): 328-335.

Colecchia, A., and P. Schreyer. "ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries." *Review of Economic Dynamics* 5, 2 (April 2002): 408-443.

Crawford, A. "Trends in Productivity Growth in Canada," *Bank of Canada Review*, (Spring 2002): 19-32.

Faruqui, U., W. Gu, M. Kaci, M. Laroche, and J.-P. Maynard. "Differences in Productivity Growth: Canada-U.S. Business Sectors, 1987-2000." *Monthly Labor Review* 126, 4 (April 2003): 16-29, Washington (D.C.): Bureau of Labor Statistics.

Gellatly, G., M. Tanguay, and B. Yan. "An Alternative Methodology for Estimating Economic Depreciation: New Results from Using a Survival Model." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.B. Baldwin and T.M. Harchaoui, Statistics Canada Catalogue No. 12-204, 2003.

Gera, S., and W. Gu. "The Effect of Organizational Innovation and Information Technology on Firm Performance." *Economic Analysis Research Papers*, 11F0027MIE2002001, Statistics Canada. Forthcoming.

Gera, S, W. Gu, and F.C. Lee. "Information Technology and Labour Productivity Growth: An Empirical Analysis for Canada and the U.S." *Canadian Journal of Economics* 32, 2 (1999): 384-407.

Gu, W, M. Kaci, J.-P. Maynard, and M. Sillamaa. "The Changing Composition of the Canadian Workforce and its Impact on Productivity Growth." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui, Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui T.M., and F. Tarkhani. "A Comprehensive Revision of the Capital Input Methodology for Statistics Canada Multifactor Productivity." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui, Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, and B. Khanam. "Information Technology and Economic Growth in the North American Private Business Sector." Paper presented at the 37th annual Canadian Economic Association Meeting, 2003.

Ho, M., S. Rao, and J. Tang. "The Impact of ICT on Economic and Productivity Growth at the Industry Level: A Canada-U.S. Comparison." Paper presented at the 37th annual Canadian Economic Association Meeting, 2003.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho, and K.J. Stiroh. "Growth of U.S. Industries and Investment in Information Technology and Higher Education." Harvard University, 2002. Mimeo.

OECD. *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*, Paris, 2003.

Pilat, D., and F.C. Lee. "Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?" *OECD STI Working Papers*, No. 2001/4, 2001.

Rao, S., and J. Tang. "The Contribution of ICT to Productivity Growth in Canada and the United States in the 1990s." *International Productivity Monitor* 3 (Fall 2001): 3-18.

Robidoux, B., and B. Wong. "Has Trend Productivity Growth Increased in Canada?" Department of Finance, Canada, 2003. Mimeo.

Stiroh, K.J. "Are ICT Spillovers Driving the New Economy?" *Review of Income and Wealth* 48, 1 (2002a): 33-57.

———. "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?" *American Economic Review* 92, 5 (2002b): 1559-1576.

Appendix

Table A1

List of IT-intensive Industries

Industry	IT share of Capital Service in 1995
Educational Service Industries	0.7915
Membership Org. (excl. religious) and Other Service Industries	0.7236
Other Business Services Industries	0.6448
Telecommunication Carriers Industries	0.6447
Amusement and Recreational Services	0.4854
Vegetable Oil Mills (except corn oil)	0.4457
Office, Store and Business Machine Industries	0.3870
Telecommunication Broadcasting Industry	0.3803
Water Systems and Other Utility Industries N.E.C	0.3709
Plastic and Synthetic Resin Industry	0.3644
Finance and Real Estate Industries	0.3575
Postal and Courier Service Industries	0.3545
Major Appliances Industries (electric and non-electric)	0.3212
Rubber Products Industries	0.3205
Communication and Other Electronic Equipment Industries	0.3169
Industrial Chemicals Industries N.E.C.	0.3146
Retail Trade Industries	0.3121
Other Transport Services	0.3112
Communication and Energy Wire and Cable Industries	0.3059
Refined Petroleum and Coal Products Ind.	0.3010
Record Player, Radio and Television Receiver Industries	0.2868
Wholesale Trade Industries	0.2762
Other Electrical and Electronic Product Industries	0.2661
Other Manufacturing Industries	0.2616
Printing and Publishing Industries	0.2610
Insurance Industries	0.2530
Other Personal Service Industries	0.2492
Other Health and Social Service Industries	0.2398
Accommodation and Food Services Industries	0.2382
Air Transport and Related Service Industries	0.2324
Electric Power Systems Industry	0.2294
Gas Distribution Systems Industry	0.2176
Platemaking, Typesetting and Bindery Industries	0.2157

Sources of Output Growth in Canadian and U.S. Industries in the Information Age

4

Mun S. Ho, Someshwar Rao & Jianmin Tang

Abstract

IN THIS STUDY, WE COMPARE AND CONTRAST the sources of economic and labour productivity growth in Canadian and U.S. industries, using newly developed and comparable data for 34 industries covering 1981-2000. We focus on information technology (IT), as both outputs and inputs. Our research shows that output growth in the United States and its acceleration in the second half of the 1990s were driven largely by the accumulation of IT capital and the increased use of university trained workers. In contrast, the growth in Canada was mainly due to the accumulation of non-IT capital and the increased use of non-university labour. The resurgence of the U.S. economy was relatively more concentrated in IT-producing industries while in Canada it was widespread across industries. The contribution of IT capital deepening to labour productivity growth in Canada during the second half of the 1990s was small, but it was the driving force behind the labour productivity growth revival in the United States and its impact was widespread across U.S. industries. Finally, in both countries, IT capital had its largest impact in IT-producing industries, followed by IT-using industries.

Introduction

THE ACCELERATION IN OUTPUT GROWTH in the second half of the 1990s compared to the first half in Canada and the United States has generated a great deal of interest and comment, including the general press. Many have pointed to the rapid growth of investment in information technology (IT) as an important factor for this economic revival. The growth in IT investment has been fuelled largely by the unprecedented decline in the real prices of information technology equipment and software, which in turn is due to the extraordinary pace of innovation and productivity growth in industries that produce them. Meanwhile, the high-tech investment boosted the demand for education and skills which are essential to their effective use. The proportion of workers with university

degrees increased significantly.[1] A consensus, while not unanimous, has emerged from recent growth studies that the increased investments in IT and human capital are playing a major role in economic growth and labour productivity growth in both countries.[2]

However, the size of the impact of the two factors is by no means uniform across countries or industries. Stiroh (2002) shows that while IT investments affected many industries in the United States, the degree to which productivity growth is affected is different across industries. Differences in educational attainment also occur across industries, as shown by Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002). Similar developments are taking place in Canada, but there are two significant differences between the two countries. First, Canada is less affected by the IT development than the United States – the size of IT-producing industries is small, and Canada invests less in IT in terms of investment to GDP ratio or IT investment intensity (Rao and Tang, 2001; Harchaoui, Tarkhani, Jackson, and Armstrong, 2002). Second, a smaller portion of the labour force in Canada has university education or higher, although the gap narrowed slightly during the second half of the 1990s (Rao, Tang, and Wang, 2002). We shall discuss these differences in this study.

The resurgence of growth in output, labour productivity, and total factor productivity in the United States since 1995 is remarkable. As shown later in this study, the output of the aggregate business sector in the United States grew at 4.5 percent per year during the second half of the 1990s compared to 2.6 percent in the first half. Many authors have attributed a key role to IT for this revival. Of the 4.5 percent growth, IT capital contributed 1.2 percentage points even though it accounts for less than 10 percent of capital input [e.g. Jorgenson, Ho and Stiroh (2002) and Oliner and Sichel (2000)]. The acceleration in output growth was even bigger in Canada, increasing from 2.1 percent per year to 5.0 percent. In Canada, the IT capital is also playing an increasingly significant role in aggregate output growth.

However, when compared to the United States, the improvement in labour productivity growth (output per hour) in the Canadian business sector was fairly modest despite greater acceleration in output growth. In the United States, labour productivity growth increased from 1.0 percent per year during 1988-95 to 2.3 percent during 1995-2000, while Canadian productivity growth increased from 1.6 percent to 1.9 percent. In addition, the sources of labour productivity growth were different in the two countries. In the United States, the contribution from IT capital rose from 0.5 to 1.0 percentage points, while in Canada it merely

increased from 0.3 to 0.5 percentage points. These differences are replicated to some extent at the detailed industry level.

Our main objective in this study is to provide an in-depth study of the role of IT revolution in these recent economic and productivity growth trends in Canada. By using comparable data and methodology, we also compare and contrast the Canadian findings with the U.S. experience, and explore possible reasons for the differences in trends in the two economies. In particular, we examine the industry impact of IT and higher education on output and labour productivity growth in both countries. By disaggregating total capital into IT and non-IT capital and by separating labour input into university and non-university education, we examine the reasons for differences in economic and labour productivity growth across industries in the two countries. Two specific questions are addressed. First, are differences in industry output and productivity growth between Canada and the United States linked to IT and higher education? Second, is the difference in performance widespread, or concentrated just in IT-producing and heavy IT-using industries?

Using newly developed data covering the 1981-2000 period, we examine and compare the sources of economic and productivity growth in the two countries for a set of 34 industries that are specially grouped to focus on IT and to do international comparisons. The concordance and industrial classification codes for both Canada and the United States are listed in Table 1. Most of the sectors are the familiar two-digit ones, but some industries are further disaggregated. For example, computer is separated from other machinery; communications and electronic equipment from other electrical equipment; and business services (including software), health and education from other services.[3]

Given our focus on IT, we divide capital input into IT (computer equipment, communication equipment and software) and non-IT (structures, other machinery and equipment, inventories and land). Although IT capital is only a small share of total capital (less than 5 percent of the stock in the United States in 2001), it is growing rapidly. We disaggregate labour input into university and non-university educated types. On the output side, to measure the impact of IT, following van Ark, Inklaar, and McGuckin (2003), we group the 34 industries into three major groups — IT-producing, IT-intensive using and non-IT using industries. To determine whether an industry is an intensive user of IT or not, they used the share of IT capital in total capital input in U.S. industries from Stiroh (2002). The IT-producing industries are: computers; communication and electronic equipment; and communication services. The first two are IT-manufacturing

industries and the last is an IT service producing industry.[4] The IT-intensive using industries (hereafter abbreviated as IT-using industries) are: machinery excluding computers; electrical equipment; other transportation equipment; printing and publishing; miscellaneous manufacturing; wholesale trade; retail trade; finance, insurance and real estate (FIRE); and business services. The remaining 22 industries in Table 1 are categorized as non-IT industries.

Our paper is a product of the joint research by Industry Canada, Statistics Canada and Jorgenson Associates.[5] An earlier study, Jorgenson and Lee (2001), quantified the sources of output and productivity growth in Canada and the United States by developing comparable data for Canada, using the same methodology. Two of the studies in this monograph presented detailed industry comparisons of trends of output, inputs and productivity (Gu and Ho, 2000) and productivity levels (Lee and Tang, 2000) in the two countries. In the present study, we follow the framework of Gu and Ho (2000), focusing on IT and highly educated labour.[6]

In the next section, entitled *Empirical Framework*, we set up a framework for examining the sources of output and labour productivity growth at the industry level. In the same section, we also outline the framework for analyzing the contribution of individual industries to aggregate output and aggregate labour productivity growth. In the section entitled *Data and Measurements Issues*, we describe the data used. In the section entitled *Growth Accounting Results*, we report the results on sources of output and labour productivity growth in individual industries in the two countries. In this section, we also compare the performance of the two countries, and give the sources of aggregate output and labour productivity growth for both countries. We give a summary of the key findings in the concluding section.

Table 1

List of Industries in the Canadian and U.S. Business Sectors

Industry		Canada – Industrial Classification, SIC 1980	United States – Industrial Classification, SIC 1987
1 Agriculture	Agriculture, Forestry and Fisheries	011-023, 031-033	01,02,07-09
2 Non-energy Mining	Non-Energy Mining	061, 062, 081-082, 091-092	10,14
3 Coal Mining	Coal Mining	063	12
4 Crude Petroleum	Crude Petroleum and Natural Gas	071	13
5 Construction	Construction	401-449	15-17
6 Wood and Furniture	Lumber, Wood, Furniture	041, 051, 251-259, 261-269	24-25
7 Non-metallic	Stone, Clay and Glass	351-359	32
8 Primary Metal	Primary Metal	291-299	33
9 Fabricated Metal	Fabricated Metal	301-306, 309	34
10 Machinery	Machinery Excluding Computers	307, 308, 311-319	35 except 357
11 Computers	Computers and Office Equipment	336	357
12 Electrical Equipment	Other Electrical Equipment	331-334, 337-339	36 except (366-367)
13 Electronic Equipment	Communication and Electronic Equipment	335	366-367
14 Motor Vehicles	Motor Vehicles	323-325	371
15 Other Trans. Equipment	Other Transportation Equipment	321, 326-329	372-379
16 Misc. Manufacturing	Miscellaneous Manufacturing	391-399	38-39
17 Food and Tobacco	Food and Tobacco	100-114, 121-122	20-21
18 Textiles	Textiles, Apparel, Leather	1711-1719, 181-199, 243-249	22-23, 31
19 Paper and Allied	Paper and Allied	271-279	26

Table 1 (cont'd)

List of Industries in the Canadian and U.S. Business Sectors

Industry		Canada - Industrial Classification, SIC 1980	United States - Industrial Classification, SIC 1987
20 Printing	Printing and Publishing	281-284	27
21 Chemicals	Chemicals	371-379	28
22 Petroleum Refining	Petroleum Refining	361-369	29
23 Rubber and Plastics	Rubber and Plastics	151-159, 161-169	30
24 Transportation	Transportation and Warehousing	451-479, 484	40-47
25 Communications	Communications	481-483	48
26 Electric Utilities	Electric Utilities	491	491, %493
27 Gas Utilities	Gas Utilities	492	492, %493
28 Wholesale Trade	Wholesale Trade	501-599	50-51
29 Retail Trade	Retail Trade	601-692	52-59
30 FIRE	Finance, Insurance and Real Estate (Rental)	70-74, 7511-7512, 759, 76	60-67
31 Business Services	Business Services	771-779	73, 81
32 Health Services	Health and Social Services, Private	862-869	801-809, 83
33 Education, Private	Education, Private	851-852, 854-859	82
34 Other Services	Other Services	493-499, 911-999	494-497, 70-72, 75-79, 84-87, 89

Empirical Framework

FOLLOWING JORGENSON, GOLLOP, AND FRAUMENI (1987) and Gu and Ho (2000), we use the growth accounting framework to examine the sources of labour productivity growth of industries. This framework has been widely used to study the sources of economic growth. Unlike previous studies, however, our study concentrates on IT and human capital. We begin at the industry level and then proceed to describing the decomposition of aggregate growth.

Industry Analysis

We assume that the production function for industry i has the form:

$$(1) \qquad Y_i = A_i \cdot f(K_i^{IT}, K_i^{NIT}, L_i^{BA}, L_i^{NBA}, M_i),$$

where Y_i is annual industry gross output; K_i^{IT} and K_i^{NIT} are IT and non-IT capital inputs; L_i^{BA} and L_i^{NBA} are labour inputs with and without at least a B.A. degree; M_i is total intermediate input; and A_i is the augment factor of the input function, often referred as multifactor productivity (MFP).[7]

Under the assumption of constant returns to scale and competitive product and factor markets, the translog index of productivity growth for industry i is :

$$(2) \qquad \begin{aligned} \Delta \ln A_i &= \Delta \ln Y_i - \overline{v}_{IT,i} \Delta \ln K_i^{IT} - \overline{v}_{NIT,i} \Delta \ln K_i^{NIT} \\ &- \overline{v}_{BA,i} \Delta \ln L_i^{BA} - \overline{v}_{NBA,i} \Delta \ln L_i^{NBA} - \overline{v}_{m,i} \Delta \ln M_i \ , \end{aligned}$$

where $\Delta \ln X = \ln X_t - \ln X_{t-1}$, and $\overline{v}_{X,i}$ is the two-period average income share of input X in the value of gross output, and the sum of income shares of all inputs equals to one.[8] For example,

$$v_{m,i,t} = \frac{p_{i,t}^M M_{i,t}}{p_{i,t}^Y Y_{i,t}} \ ; \ \overline{v}_{m,i,t} = \tfrac{1}{2}(v_{m,i,t-1} + v_{m,i,t}) \ ,$$

where the p's denote the corresponding prices.

We shall also be examining the growth in output per hour worked, or labour productivity growth. By rewriting Equation (2), the translog index of labour productivity growth for industry i may be expressed as:

$$
\begin{aligned}
(3) \qquad \Delta \ln y_i = {} & \Delta \ln A_i + \overline{v}_{IT,i} \Delta \ln k_i^{IT} + \overline{v}_{NIT,i} \Delta \ln k_i^{NIT} \\
& + \overline{v}_{BA,i} \Delta \ln l_i^{BA} + \overline{v}_{NBA,i} \Delta \ln l_i^{NBA} + \overline{v}_{m,i} \Delta \ln m_i \, ,
\end{aligned}
$$

where the lower case variables denote the corresponding quantity per hour worked. Denoting the total hours worked by H_i we have:

$y_i = Y_i / H_i$ is gross output labour productivity;
$k_i^{IT} = K_i^{IT} / H_i$ is IT capital intensity;
$k_i^{NIT} = K_i^{NIT} / H_i$ is non-IT capital intensity;
$l_i^{BA} = L_i^{BA} / H_i$ is labour quality improvement due to university labour input;
$l_i^{NBA} = L_i^{NBA} / H_i$ is labour quality improvement due to non-university labour input; and
$m_i = M_i / H_i$ is intermediate input intensity.

Labour productivity growth is equal to the change in MFP plus the weighted sum of changes in intensity of inputs. The change in capital input intensity is often referred to as *capital deepening*. Under this framework, the change in MFP is measured as the residual of labour productivity growth net contributions from capital deepening, labour quality improvement and an increase in intermediate input intensity.[9] Because of the constant return to scale assumption, MFP derived from Equations (2) and (3) will be identical.

Each of the inputs in Equation (1) is an aggregate of many components. Intermediate input consists of energy, non-energy materials and purchased services.[10] Capital includes machinery and equipment, structures, land and inventories. Labour is cross-classified by sex, age and education. Capital and labour inputs are aggregated using a *constant quality* method. Capital inputs are quantity indexes of capital stocks, using rental prices as weights. The difference of the growth rates of capital input and stock is the growth rate of industry capital quality (or change in the composition index). Similarly, labour inputs are quantity indexes of hours worked using labour compensation as weights. The differences in growth rates between labour inputs and hours are the growth rates of labour quality for university and non-university labour.[11] The quality adjustment is consistent with the production theory, which suggests that the marginal product of

an input should generally equal its price. Our approach here of separating IT capital from non-IT will generate slower changes in capital quality indexes than previous work which employs only one capital input index. A detailed discussion of measuring constant quality capital and labour inputs is given in Appendix A.

Industrial Contributions to Aggregate Productivity Growth

In order to provide an overall view of the entire business sector, in this section we describe a framework to aggregate across industries.[12] The existence of an aggregate production function requires strong assumptions. Here we follow the production possibility frontier approach in Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002), which relaxes the assumptions of identical industry value-added functions.

Aggregate value added is defined as a translog index over industry value added:[13]

$$(4) \qquad \Delta \ln V = \sum_{i=1}^{34} \bar{w}_i \Delta \ln V_i ,$$

where $\bar{w}_i$ is the two-period average share of industry nominal value added in aggregate value added:

$$w_{it} = \frac{p^V_{it} V_{it}}{\sum_i p^V_{it} V_{it}} .$$

The value added of industry i is defined as an index of gross output less intermediate inputs:

$$(5) \qquad \Delta \ln V_i = \frac{1}{\bar{v}_{V,i}} \left[\Delta \ln Y_i - (1 - \bar{v}_{V,i}) \Delta \ln M_i \right],$$

where $\bar{v}_{V,i}$ is the two-period average share of nominal value added in nominal gross output in industry i.

The production function for aggregate value added is written as:

$$(6) \qquad V = A \cdot f(K^{IT}, K^{NIT}, L^{BA}, L^{NBA}),$$

where K^{IT} and K^{NIT} are aggregate IT and non-IT capital inputs; L^{BA} and L^{NBA} are aggregate university and non-university labour inputs; and A is aggregate MFP.

As in the industry framework, under the assumption of constant returns to scale and competitive product and factor markets, the translog index of aggregate MFP growth is:

(7) $$\Delta \ln A = \Delta \ln V - \bar{v}_{IT}\Delta \ln K^{IT} - \bar{v}_{NIT}\Delta \ln K^{NIT} - \bar{v}_{BA}\Delta \ln L^{BA} - \bar{v}_{NBA}\Delta \ln L^{NBA},$$

where $\bar{v}_X$ is the two-period average income share of input X in the value of aggregate value added, and the sum of income shares of all factor inputs equals 1.

Each aggregate input is defined as a translog index over the industry input. For example, IT capital input is:

(8) $$\Delta \ln K^{IT} = \sum_{i=1}^{34} \bar{w}_{IT,i}\Delta \ln K_i^{IT},$$

where $\bar{w}_{IT,i}$ is the two-period average share of industry IT capital income in aggregate IT capital income.[14]

Let $H_t = \sum_i H_{i,t}$ denote the aggregate hours worked. Rewriting Equation (7) in terms of per hour worked intensities, the translog index of labour productivity growth at the aggregate level is:

(9) $$\Delta \ln LVP = \Delta \ln A + \bar{v}_{IT}\Delta \ln k^{IT} + \bar{v}_{NIT}\Delta \ln k^{NIT} + \bar{v}_{BA}\Delta \ln l^{BA} + \bar{v}_{NBA}\Delta \ln l^{NBA},$$

where the lower case variables denote the corresponding quantities per hour worked.

$LVP_t = V_t / H_t$ is aggregate value added per hour worked;

$k^{IT} = K^{IT}/H$ is aggregate IT capital intensity;

$k^{NIT} = K^{NIT}/H$ is aggregate non-IT capital intensity;

$l^{BA} = L^{BA}/H$ is labour quality improvement due to aggregate university labour input; and

$l^{NBA} = L^{NBA}/H$ is labour quality improvement due to aggregate non-university labour input.

We also define industry value added per hour worked as:

$$LVP_{it} = V_{it} / H_{it} .$$

This should be distinguished from gross output per hour defined in Equation (3).

With the above pieces, we can now describe the decomposition of aggregate productivity into the industry contributions. Subtracting hours from both sides of Equation (4), we get the relation between aggregate labour productivity and industry productivity:

$$\text{(10)} \qquad \Delta \ln LVP = \sum_{i=1}^{34} \bar{w}_i \Delta \ln LVP_i + \left(\sum_{i=1}^{34} \bar{w}_i \Delta \ln H_i - \Delta \ln H \right).$$

The first term is industry contributions to the aggregate labour productivity and the second term is the reallocation of hours across industries.

The relation between aggregate and sectoral MFP is derived by multiplying both sides of the industry MFP equation [Equation (2)] by the industry share of value added, $\bar{w}_i$, dividing by the share of value added in industry output, $\bar{v}_{V,i}$ and summing over all industries. Then substituting Equations (4), (5), and (7) we get:

$$\text{(11)} \qquad \begin{aligned} \Delta \ln A = & \sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{V,i}} \Delta \ln A_i \\ & + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{V,i}} \bar{v}_{IT,i} \Delta \ln K_{IT,i} - \bar{v}_{IT} \Delta \ln K_{IT} \right) \\ & + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{V,i}} \bar{v}_{NIT,i} \Delta \ln K_{NIT,i} - \bar{v}_{NIT} \Delta \ln K_{NIT} \right) \\ & + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{V,i}} \bar{v}_{BA,i} \Delta \ln L_{BA,i} - \bar{v}_{BA} \Delta \ln L_{BA} \right) \\ & + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{V,i}} \bar{v}_{NBA,i} \Delta \ln L_{NBA,i} - \bar{v}_{NBA} \Delta \ln L_{NBA} \right). \end{aligned}$$

The first term in above equation is the "Domar weighted" aggregate MFP growth (Domar 1961). The next four terms are the reallocation effects of four primary factors across industries.

Given the way we defined aggregate factor input in Equation (8), which is unlike the treatment in Jorgenson, Ho and Stiroh (2002), the reallocation effects are essentially zero. Thus Equation (11) is essentially:

$$(12) \qquad \Delta \ln A = \sum_{i=1}^{34} \frac{\bar{w}_i}{\bar{v}_{v,i}} \Delta \ln A_i \; .$$

The weights, $\bar{w}_i / \bar{v}_{v,i}$, are the Domar weights, which sum to more than one (roughly the ratio of total gross output to total value added). As shown later in Table 20, it is around two for both Canada and the United States. This total reflects the fact that, at the aggregate level, output is based on value added, while at the industry level, output is based on gross output which includes intermediate input. As noted by Jorgenson and Stiroh (2000), the weighted aggregate MFP typically grows faster than MFP at the industry level since the efficiency gains are magnified as they work their way through the production process.

Data and Measurement Issues

To implement the above framework we require comparable Canada and U.S. business sector KLEMS (capital, labour, energy materials, and services), data for the 1981-2000 period. These data include volume indexes of gross output, capital services, labour services, intermediate inputs, the number of hours at work and cost in dollars of each of these inputs. The data source for the United States is Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002). They have developed such a dataset for 44 industries. The present study collapses the 44 industries into the 34 common industries (Table 1) using Tornqvist aggregation indexes. The Canadian data are obtained from the Canadian Productivity Accounts which produce and maintain a consistent set of detailed industry (122 industries) and aggregated data on inputs and outputs (current prices and chained Fisher indexes) for productivity measurement and related economic performance analysis.[15] The 122 industries are aggregated into the 34 industries in the same fashion. The Canadian and U.S. data used in this study employ concepts and methods which accord with the Organisation for Economic Co-operation and Development

(OECD) productivity manual, thereby making the comparison between the two countries reliable.

Note, however, that like many other studies, the estimates in this study are subject to measurement errors for both output and inputs, especially for those in the services industries. Estimates for industries with consistently negative productivity growth should be interpreted with caution (for possible reasons for consistently negative productivity growth, see Rao, Sharpe, and Tang, 2003).

For this study, gross output and intermediate input values come from a time series of consistent input-output tables. The price indexes for output also are from Statistics Canada and are also used to construct prices of intermediate inputs. The input-output tables are generally recorded in a very similar fashion in Canada and the United States. Thus, output and intermediate inputs are fairly comparable. However, our construction of capital and labour inputs is more complicated and some elaboration is in order here.

Capital Input

Capital stock for each type of asset is constructed by using investment data in constant dollars. Thus, investment price is important for the comparability of capital input in Canada and the United States. This is especially true for IT assets since there is no standard methodology to estimate IT investment prices.

IT assets for both Canada and the United States are computer equipment, communication equipment, and software. The IT has become increasingly important in total machinery and equipment investment.[16] The investment price indexes for those assets diverge significantly across OECD countries due to different methodologies used in estimating the indexes.[17] Thus, it is important here to document the methodology used in Canada and the United States. Fortunately, the methods used by Canada and the United States to develop the IT price indexes are fairly similar. Statistical agencies in Canada and the United States have worked very closely and made extensive use of the hedonic regression technique and the match model technique in estimating the prices of IT.[18] IT price indexes comparisons and a detailed documentation of the methodologies used to construct IT price indexes are given in Appendix B.

It should be noted that the two countries estimate capital stock at the industry level in quite different ways. The United States calculates aggregated flows from commodity data and then spread them using the Tangible Wealth Survey

produced by the Bureau of Economic Analysis (BEA)—a method that is indirect and does not allow for very detailed annual changes. For Canada, capital stock data are constructed from investment series by asset classes that are collected from an investment survey of establishments at the industry level. For this project, the data are taken from that contained in the input-output tables and depreciation rates are based on age-price profile using used asset prices that are collected on dispositions of assets by the same industry based survey (Harchaoui et al. 2002). There are 28 non-residential asset types in the Canadian classification, and 52 in the United States. The capital stocks are estimated for all types of assets owned by each industry using the perpetual inventory method and geometric depreciation.

The geometric depreciation rates for 26 non-residential reproducible capital assets in Canada are listed in Table 2.[19] With the exception of software assets, all of non residential capital assets depreciation rates were based on an age-price profile method using 30,000 observations on used asset prices collected by a Statistics Canada survey (Gellatly, Tanguay, and Yan 2003). The U.S. depreciation rates for the same 26 assets are also given in Table 1, which are derived from 52 assets. For automobiles and computers, the U.S. geometric depreciation rates are based on Jorgenson, Ho, and Stiroh (1999). The remaining assets are from the U.S. Bureau of Economic Analysis, derived from a variety of sources (Fraumeni 1997).

The depreciation rates are significantly higher in Canada than in the United States for IT and structures. Our experiments with Canadian aggregate investment data show that this may under- or over-estimate capital stock growth of an asset in Canada relative to the United States, depending on the growth rate of investment in the asset—though it has less of an influence on the growth of capital services that are used here. If the asset is a faster growth investment, then a higher depreciation rate will lead to a higher growth of capital stock. This is the case for IT investment, especially for the second half of the 1990s. On the other hand, if the asset is a slower growth investment, then a higher depreciation rate will lead to a slower growth of capital stock. This is the case for structures. Therefore, the difference in the usage of depreciation rates in deriving IT and non-capital inputs will generally lead to higher IT capital and lower non-IT capital contribution to economic growth. Similarly, it will lead to a higher contribution of IT capital deepening or a lower contribution of non-IT capital deepening to labour productivity growth.

Table 2

Depreciation Rates of Non-residential Reproducible Capital Assets in Canada and the United States

	Reproducible Assets	Canada	United States
	High-Tech		
1	Computers and Office Equipment	0.51	0.22
2	Communication Equipment	0.20	0.11
3	Pre-packaged Software	0.67	0.32
4	Custom Designed Software	0.40	0.32
5	Own Account Software	0.40	0.32
	Low-tech		
6	Office Furniture, Furnishing	0.33	0.11
7	Household and Services Machinery and Equipment	0.14	0.17
8	Electrical Industrial Machinery and Equipment	0.19	0.07
9	Non-electrical Industrial Machinery and Equipment	0.22	0.12
10	Industrial Containers	0.05	0.11
11	Conveyors and Industrial Trucks	0.18	0.19
12	Automobiles and Buses	0.20	0.23
13	Trucks (Excluding Industrial Trucks) and Trailers	0.20	0.19
14	Locomotives, Ships and Boats (Including Major Replacement Parts)	0.12	0.06
15	Aircraft, Aircraft Engines and Other Major Replacement Parts	0.06	0.08
16	Other Equipments	0.20	0.15
	Structures		
17	Non-residential Building Construction	0.07	0.03
18	Road, Highway and Airport Runway Construction	0.10	0.03
19	Gas, Oil Facility Construction	0.08	0.05
20	Electric Power, Dams and Irrigation Construction	0.06	0.02
21	Railway and Telecommunications Construction	0.10	0.02
22	Other Engineering Construction	0.08	0.04
	Tenants Occupied Dwelling		
23	Singles	0.02	0.01
24	Multiples	0.02	0.01
25	Mobiles	0.02	0.05
26	Cottages	0.02	0.02

Sources: Software and assets associated with tenants occupied dwelling for Canada are from conversation with the Investment and Capital Stock Division of Statistics Canada and the rest are from Gellatly, Tanguay and Yan (2003). For the United States, it was based on Jorgenson, Ho and Stiroh (1999).

The difference in depreciation rates may also lead to a different estimate of MFP growth rate due to MFP being calculated as residuals of gross output net all inputs. Given that the value of structures is much larger than that of IT, the overall impact may lead to a higher estimate of MFP growth rate. However, further study is required for reaching a firm conclusion.

Labour Input

In our framework, labour inputs for each industry are hours worked aggregated over the demographic groups using labour compensation as weights. The labour categories used for Canada include seven age groups, four education attainment groups, two sexes and two classes of employment. The classification details are listed in Table 3 for both countries. The labour force categories for the two countries are generally similar except for education.[20] In the Canadian calculations, B.A. degree and above is a single group, whereas in the U.S. data it is divided into B.A. and more than B.A. However, our experiments with U.S. data show that this distinction has a negligible impact on the labour input estimates.

For Canada, the labour data are derived from the Census of Population, supplemented by the annual Survey of Consumer Finance and the monthly Labour Force Surveys. The estimates of hours worked and labour compensation for each industry are benchmarked to official measures of hours worked and compensation by Statistics Canada. A detailed description is given in Gu, Kaci, Maynard, and Sillamaa (2003).

For the United States, the labour data are derived from the Census of Population and the annual Current Population Survey, supplemented by U.S. National Income and Product Account (NIPA) data produced by the U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). The final estimates of hours, based on the hours paid from the BEA, for each industry is scaled to hours worked from the Survey of Hours at Work by the U.S. Bureau of Labor Statistics. Similarly, the individual labour compensation data from the population surveys are scaled so that total labour compensation in each industry matches the NIPA totals. For a detailed discussion, see Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002).

Table 3

Labour Force Matrix in Canada and the United States, 1981-2000

Canada

Characteristics	Number of Categories		Type
Sex	2		Female, male
Class of Employment	2		Paid employees, self-employed
Age	7		15-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65+ years
Education	4		0-8 years grade school, some or completed high school, some or completed post-secondary, university or above

United States

Characteristics	Number of Categories		Type
Sex	2		Female, male
Class of Employment	2		Paid employees, self-employed
Age	7		16-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65+ years
Education	6	1981-1992	0-8 years grade school, 1-3 years high school, 4 years high school, 1-3 years college, 4 years college, 5 years college or more
		1992-2000	0-8 years grade school; grade 9-12, no diploma; high school graduate; some college, no B.A.; bachelor's degree; more than B.A. degree

Growth Accounting Results

WE NOW REPORT THE RESULTS FROM APPLYING THE FRAMEWORK developed in the second section, beginning with the accounts from each of the 34 industries. We first examine the sources of output growth and then the sources of labour productivity growth in individual industries in Canada and the United States. Finally in the section entitled *Aggregate Growth and Sector Contributions*, we report results on the decomposition of the growth in aggregate output and aggregate labour productivity in both countries.

Sources of Economic Growth at the Industry Level

Based on Equation (2), gross output growth of each industry is decomposed into MFP and the contributions associated with the five inputs — IT capital, non-IT capital, university labour, non-university labour and intermediate inputs. The decomposition results for Canada are reported in Tables 4 through 6 for three sub-periods: 1981-88, 1988-95, and 1995-2000.[21] The results for the United States are in Tables 7 through 9. For analytical purposes, we also report averages for the IT-producing, IT-using, and non-IT groups.[22]

IT-producing Industries

By any standard, the output growth in the three IT-producing industries has been extraordinary. In Canada, gross output of the computer equipment industry grew at 16.5 percent per year in the late 1990s after a growth of 23.5 percent in the 1980s. Over the latter half of the 1990s, gross output of the communication and electronic equipment industry grew at 14.5 percent, compared to 5.7 percent growth rate in the communications industry. The U.S. growth rates were even more astounding in the boom period of 1995-2000: computer equipment at 31.5 percent per year, communication and electronic equipment at 23.5 percent and communications at 6.4 percent. On average, gross output in IT-producing industries grew at an annual rate of 8.5 percent in Canada and 10.5 percent in the United States over the past 20 years.

The unprecedented output growth rates were mainly due to the strong growth in MFP and intermediate input. Over the last 20 years, the average MFP growth in the three IT-producing industries in Canada was 2.3 percent while in the United States, it was 4.2 percent. The contribution from the intermediate input was also sizable — 4.1 percentage points in Canada and 4.5 percentage points in

the United States. The contributions from other factors such as IT capital and university-labour were relatively small. However, the absolute contributions of IT investment to output growth in these industries are considerably larger than in the IT-using or non-IT industries.

Gross output growth in the U.S. IT-producing industries accelerated in the second half of the 1990s from the first half mainly due to the increase in MFP growth and the increased contribution from intermediate inputs. By contrast, the acceleration in output growth in Canada was relatively small.

IT-using Industries

IT-using industries, on average, grew faster than non-IT industries in both Canada and the United States in the second half of the 1990s. In Canada, the gross output growth of these industries was due to a higher growth in intermediate input and non-university labour, followed by non-IT and IT capital. In the United States, IT investments again played a larger role. Of the 5.0 percent annual output growth, intermediate input contributed 2.3 percent and IT capital 1.0 percent. In both countries, MFP growth did not play a significant role in these industries.

The acceleration in output growth during the second half of the 1990s was much greater in Canada than in the United States. However, the sources of increase in output growth were different in the two countries. In Canada, the biggest change was non-university labour, the growth rate of which changed from 0.1 to 1.0 percent per year, while in the United States, IT capital growth rose from 0.4 to 1.0 percent.

Table 4

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1981-88

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1 Agriculture	0.87	1.35	0.00	-0.53	0.03	0.06	-0.04
2 Non-energy Mining	1.31	1.60	0.01	0.21	0.05	-0.49	-0.08
3 Coal Mining	8.96	7.25	0.00	0.72	-0.03	-0.10	1.12
4 Crude Petroleum	4.00	0.94	0.01	2.87	0.14	0.24	-0.20
5 Construction	1.57	-0.01	0.03	0.08	0.05	0.55	0.87
6 Wood and Furniture	4.91	1.41	0.02	0.03	0.08	0.48	2.89
7 Non-metallic	2.26	1.11	0.03	-0.36	0.07	0.10	1.31
8 Primary Metal	2.16	1.04	0.07	-0.04	0.00	-0.32	1.41
9 Fabricated Metal	1.46	0.56	0.06	-0.02	0.03	0.04	0.78
10 Machinery	0.72	-0.07	0.06	-0.25	0.12	0.45	0.41
11 Computers	23.49	9.84	0.32	1.21	0.37	0.23	11.52
12 Electrical Equipment	1.08	0.44	0.14	0.06	0.12	-0.55	0.87
13 Electronic Equipment	8.54	0.85	0.37	0.85	0.60	0.99	4.88
14 Motor Vehicles	9.79	0.91	0.06	0.63	0.06	0.63	7.50
15 Other Trans. Equipment	0.20	-0.81	0.06	0.00	0.31	-0.24	0.87
16 Misc. Manufacturing	1.72	0.03	0.12	0.22	0.10	0.38	0.86
17 Food and Tobacco	1.04	-0.21	0.03	0.01	0.04	-0.01	1.18
18 Textiles	1.29	0.09	0.03	0.08	0.10	-0.02	1.01
19 Paper and Allied	2.58	-0.13	0.04	0.55	0.03	-0.01	2.12
20 Printing	3.26	-0.48	0.08	0.33	0.11	1.17	2.04
21 Chemicals	2.90	1.02	0.06	-0.23	0.07	0.09	1.89

Table 4 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1981-88

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
22 Petroleum Refining	-2.03	-1.44	0.02	-0.01	-0.04	-0.14	-0.41
23 Rubber and Plastics	5.17	0.69	0.10	0.52	0.05	0.85	2.95
24 Transportation	3.63	1.61	0.09	0.15	0.09	0.33	1.36
25 Communications	5.39	2.42	0.84	0.45	0.26	0.20	1.23
26 Electric Utilities	3.57	1.14	0.61	0.52	0.11	0.09	1.10
27 Gas Utilities	1.49	-1.72	0.32	1.95	0.23	0.48	0.24
28 Wholesale Trade	6.00	2.80	0.13	0.43	0.35	0.78	1.52
29 Retail Trade	3.33	0.42	0.12	0.33	0.26	1.27	0.93
30 FIRE	3.38	-1.13	0.41	1.52	0.29	0.41	1.88
31 Business Services	6.39	-0.91	0.65	0.79	1.90	1.83	2.14
32 Health Services	4.73	-1.34	0.15	0.29	1.77	2.12	1.74
33 Education, Private	1.84	-2.99	0.49	0.15	1.51	1.70	0.97
34 Other Services	3.01	-1.18	0.56	0.60	0.29	1.07	1.66
Industry Group							
IT-producing Industries	8.05	2.83	0.67	0.62	0.35	0.39	3.19
IT-using Industries	3.69	0.01	0.27	0.74	0.44	0.77	1.46
Non-IT Industries	2.73	0.34	0.11	0.33	0.12	0.34	1.49

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Table 5

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1988-95

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1 Agriculture	3.15	1.99	0.03	-0.40	0.11	-0.16	1.58
2 Non-energy Mining	0.03	0.24	0.02	-0.40	0.14	0.00	0.03
3 Coal Mining	-0.31	1.26	0.02	-1.42	0.00	0.18	-0.35
4 Crude Petroleum	3.53	1.55	0.01	0.95	0.02	-0.08	1.08
5 Construction	-1.82	-0.66	0.02	0.08	0.06	-0.29	-1.02
6 Wood and Furniture	0.76	-0.40	0.02	0.16	0.08	-0.20	1.10
7 Non-metallic	-3.01	-0.46	0.05	-0.25	0.07	-1.01	-1.41
8 Primary Metal	1.45	1.45	0.03	-0.27	0.00	-0.56	0.80
9 Fabricated Metal	-1.13	0.14	0.01	-0.17	0.05	-0.37	-0.78
10 Machinery	3.27	1.17	0.08	0.36	0.12	-0.35	1.87
11 Computers	19.81	3.43	0.11	0.12	0.04	-0.19	16.31
12 Electrical Equipment	-3.40	0.22	0.11	-0.31	-0.01	-1.34	-2.07
13 Electronic Equipment	9.30	2.46	0.13	0.19	0.50	-0.58	6.60
14 Motor Vehicles	4.84	0.65	0.01	0.19	0.08	0.03	3.88
15 Other Trans. Equipment	2.89	0.96	0.02	0.19	0.13	-0.65	2.24
16 Misc. Manufacturing	0.25	0.18	0.12	0.12	0.21	-0.49	0.10
17 Food and Tobacco	0.60	0.28	0.08	-0.14	0.10	-0.18	0.46
18 Textiles	-1.93	0.86	0.03	-0.21	0.07	-1.33	-1.36
19 Paper and Allied	1.29	1.55	0.02	-0.56	0.05	-0.38	0.60
20 Printing	-2.29	-1.92	0.21	0.18	0.19	-0.47	-0.48

Table 5 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1988-95

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
21 Chemicals	1.44	0.77	0.11	0.18	0.16	-0.22	0.44
22 Petroleum Refining	1.07	0.52	0.04	-0.09	0.06	-0.13	0.66
23 Rubber and Plastics	3.20	0.92	0.08	0.09	0.15	0.00	1.96
24 Transportation	2.18	0.14	0.10	0.33	0.21	0.44	0.97
25 Communications	4.70	0.60	1.63	0.95	0.40	-0.09	1.21
26 Electric Utilities	1.81	-0.92	0.21	0.96	0.22	0.23	1.11
27 Gas Utilities	3.11	-0.84	0.27	1.96	0.39	0.62	0.70
28 Wholesale Trade	3.20	0.53	0.21	0.33	0.54	0.49	1.10
29 Retail Trade	1.76	-0.06	0.17	0.32	0.33	0.22	0.79
30 FIRE	3.37	0.72	0.34	0.61	0.49	0.05	1.15
31 Business Services	4.15	-1.37	0.53	0.92	1.69	0.50	1.87
32 Health Services	1.96	-0.21	0.10	0.19	0.43	0.93	0.52
33 Education, Private	1.68	-2.50	0.21	0.08	1.93	0.46	1.50
34 Other Services	1.63	-0.58	0.21	0.23	0.31	0.40	1.06
Industry Group							
IT-producing Industries	7.86	1.39	1.02	0.65	0.39	-0.24	4.65
IT-using Industries	2.63	0.15	0.27	0.47	0.57	0.10	1.07
Non-IT Industries	1.22	0.20	0.07	0.11	0.14	-0.05	0.76

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Table 6

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1995-2000

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1 Agriculture	3.53	2.12	0.07	0.38	0.04	-0.55	1.48
2 Non-energy Mining	0.76	-0.86	0.05	0.82	0.17	0.84	-0.26
3 Coal Mining	-1.65	2.55	0.06	-1.22	-0.08	-1.16	-1.81
4 Crude Petroleum	4.39	-2.57	0.04	3.79	0.07	0.09	2.97
5 Construction	3.62	0.19	0.04	0.16	0.14	1.11	1.97
6 Wood and Furniture	5.35	0.83	0.03	0.40	0.09	0.69	3.30
7 Non-metallic	5.11	1.85	0.07	0.05	0.15	0.63	2.36
8 Primary Metal	4.74	0.96	0.04	0.29	0.05	0.22	3.19
9 Fabricated Metal	6.12	0.49	0.07	0.49	0.18	1.31	3.57
10 Machinery	1.73	-1.20	0.15	0.56	0.19	1.17	0.84
11 Computers	16.52	5.91	0.12	0.12	0.14	0.20	10.04
12 Electrical Equipment	4.38	0.01	0.30	0.91	0.24	0.68	2.25
13 Electronic Equipment	14.49	3.27	0.25	1.46	0.35	0.45	8.71
14 Motor Vehicles	7.96	1.23	0.04	0.29	0.07	0.44	5.90
15 Other Trans. Equipment	7.13	-1.09	0.06	2.03	0.20	0.64	5.30
16 Misc. Manufacturing	5.55	0.48	0.25	0.51	0.22	0.61	3.49
17 Food and Tobacco	2.87	-0.50	0.14	0.33	0.09	0.32	2.48
18 Textiles	1.30	-0.72	0.09	0.12	0.16	0.50	1.16
19 Paper and Allied	1.83	0.28	0.07	0.57	0.04	0.19	0.68
20 Printing	3.89	-1.66	0.42	0.34	0.34	0.94	3.52

Table 6 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in Canadian Industries, 1995-2000

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
21 Chemicals	2.24	0.18	0.13	0.45	0.23	0.25	0.99
22 Petroleum Refining	2.75	-0.05	0.01	-0.03	0.12	0.23	2.47
23 Rubber and Plastics	6.22	0.29	0.10	0.58	0.22	1.03	4.00
24 Transportation	3.78	0.39	0.24	0.65	0.13	0.81	1.55
25 Communications	5.69	1.71	2.04	0.97	0.01	-0.05	1.01
26 Electric Utilities	0.67	0.80	0.45	-1.31	0.03	0.06	0.64
27 Gas Utilities	0.99	-0.95	0.69	1.61	-0.10	-0.34	0.07
28 Wholesale Trade	6.71	0.85	0.38	0.57	0.56	1.88	2.46
29 Retail Trade	5.50	1.86	0.39	0.39	0.20	0.46	2.20
30 FIRE	4.99	0.96	0.59	0.46	0.25	0.32	2.41
31 Business Services	11.37	0.15	0.65	1.05	2.68	2.20	4.64
32 Health Services	4.55	-3.78	0.09	0.15	5.00	1.23	1.85
33 Education, Private	22.35	4.33	0.12	0.03	8.84	4.07	4.96
34 Other Services	5.38	0.97	0.32	0.19	0.25	0.77	2.88
Industry Group							
IT-producing Industries	10.04	2.91	1.19	1.04	0.14	0.14	4.61
IT-using Industries	6.28	0.67	0.47	0.63	0.68	0.99	2.84
Non-IT Industries	4.31	0.30	0.12	0.42	0.31	0.57	2.59

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Table 7

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1981-88

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1 Agriculture	0.77	1.63	0.01	-0.26	0.14	-0.17	-0.58
2 Non-energy Mining	1.56	1.31	0.03	-0.56	-0.14	-1.06	1.97
3 Coal Mining	2.09	3.29	0.01	-0.36	-0.06	-1.85	1.07
4 Crude Petroleum	-2.45	0.28	0.07	1.25	-0.24	-0.57	-3.25
5 Construction	3.31	-0.14	0.00	-0.11	0.29	1.24	2.04
6 Wood and Furniture	4.15	1.35	0.03	0.06	0.18	0.68	1.85
7 Non-metallic	2.11	1.24	0.01	-0.12	0.15	0.00	0.83
8 Primary Metal	-1.89	0.83	0.04	-0.32	-0.02	-0.62	-1.80
9 Fabricated Metal	1.37	0.66	0.08	0.06	0.02	-0.25	0.80
10 Machinery	-1.75	-0.77	0.21	0.14	0.12	-1.05	-0.40
11 Computers	22.44	11.53	0.11	0.01	0.82	-0.18	10.14
12 Electrical Equipment	2.44	1.21	0.17	-0.06	0.39	-0.71	1.44
13 Electronic Equipment	10.50	4.72	0.55	1.12	0.57	-0.04	3.58
14 Motor Vehicles	6.59	0.79	0.03	0.02	0.05	0.13	5.56
15 Other Trans. Equipment	3.29	0.05	0.31	0.22	0.64	0.06	2.01
16 Misc. Manufacturing	3.66	1.03	0.26	0.31	0.57	-0.10	1.60
17 Food and Tobacco	1.82	1.04	0.07	0.14	0.05	-0.16	0.67
18 Textiles	1.38	0.71	0.04	0.04	0.13	-0.57	1.03
19 Paper and Allied	2.73	0.20	0.06	0.30	0.17	0.13	1.86
20 Printing	4.16	-0.43	0.36	0.46	0.71	0.53	2.52

Table 7 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1981-88

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
21 Chemicals	1.18	0.78	0.13	0.11	0.28	-0.25	0.13
22 Petroleum Refining	2.09	3.76	0.01	0.03	0.02	-0.10	-1.63
23 Rubber and Plastics	5.79	1.69	0.06	0.17	0.30	0.62	2.96
24 Transportation	3.39	0.82	0.07	-0.10	0.62	0.30	1.69
25 Communications	1.50	-0.35	0.74	0.75	0.23	-0.48	0.61
26 Electric Utilities	2.24	-0.60	0.43	1.17	0.18	0.00	1.05
27 Gas Utilities	-4.74	-3.76	0.13	0.10	0.00	-0.11	-1.10
28 Wholesale Trade	4.94	1.89	0.75	0.79	0.36	0.42	0.73
29 Retail Trade	3.23	-0.14	0.23	0.36	0.44	0.84	1.50
30 FIRE	4.45	-0.75	0.57	1.72	0.62	0.24	2.05
31 Business Services	6.17	-1.43	2.05	0.26	2.18	1.79	1.31
32 Health Services	4.07	-0.48	0.43	0.69	1.39	0.87	1.17
33 Education, Private	3.34	-1.03	0.04	0.10	2.07	0.06	2.11
34 Other Services	3.81	0.19	0.06	0.39	0.34	1.04	1.78
Industry Group							
IT Producing Industries	7.83	3.26	0.57	0.68	0.43	-0.32	3.20
IT-Using Industries	3.78	-0.08	0.59	0.79	0.64	0.39	1.45
Non-IT Industries	2.26	0.31	0.12	0.25	0.37	0.28	0.93

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Table 8

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1988-95

	Industry	Gross Output	Contributions					
			MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1	Agriculture	2.73	1.67	0.03	0.10	0.36	-0.08	0.66
2	Non-energy Mining	2.33	1.09	0.18	0.18	0.28	0.01	0.60
3	Coal Mining	1.14	3.40	0.15	-0.20	0.07	-1.13	-1.15
4	Crude Petroleum	-1.27	0.20	0.06	-0.75	0.14	-0.28	-0.66
5	Construction	-0.65	-1.33	0.06	0.05	0.12	0.38	0.07
6	Wood and Furniture	0.62	-1.11	0.06	0.01	0.00	0.18	1.49
7	Non-metallic	0.46	0.38	0.04	-0.10	-0.02	0.02	0.14
8	Primary Metal	1.00	0.64	0.04	-0.04	-0.04	-0.11	0.52
9	Fabricated Metal	1.60	0.46	0.11	0.03	-0.04	0.24	0.81
10	Machinery	2.97	-0.02	0.30	0.29	0.12	0.35	1.94
11	Computers	16.26	10.22	0.04	-0.24	-0.52	-0.43	7.18
12	Electrical Equipment	2.23	1.03	0.03	-0.47	0.07	-0.25	1.82
13	Electronic Equipment	14.54	6.82	0.51	1.32	0.00	-0.25	6.14
14	Motor Vehicles	3.27	-0.18	0.04	0.11	0.08	0.31	2.92
15	Other Trans. Equipment	-3.08	0.70	0.02	-0.05	-0.48	-1.69	-1.57
16	Misc. Manufacturing	1.24	-0.48	0.34	0.14	0.27	-0.55	1.52
17	Food and Tobacco	1.57	0.10	0.07	0.18	0.06	0.08	1.08
18	Textiles	1.13	0.57	0.08	0.04	0.07	-0.33	0.69
19	Paper and Allied	1.23	-0.65	0.08	0.32	0.14	0.08	1.26
20	Printing	-0.16	-1.21	0.40	0.09	0.43	-0.01	0.14

Table 8 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1988-95

Industry	Gross Output	Contributions: MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
21 Chemicals	1.47	-0.14	0.18	0.45	0.22	-0.08	0.83
22 Petroleum Refining	0.28	-0.43	0.02	0.14	0.02	-0.05	0.58
23 Rubber and Plastics	4.13	0.88	0.10	0.35	0.24	0.62	1.94
24 Transportation	3.40	0.36	0.16	-0.01	0.28	1.10	1.51
25 Communications	3.76	0.13	0.99	0.70	0.35	-0.01	1.60
26 Electric Utilities	1.31	0.85	0.15	0.18	0.13	-0.23	0.22
27 Gas Utilities	-2.59	-0.90	0.33	0.08	0.07	-0.06	-2.11
28 Wholesale Trade	3.72	0.91	0.76	0.27	0.36	0.25	1.17
29 Retail Trade	1.86	-0.18	0.13	0.40	0.11	0.57	0.83
30 FIRE	2.92	0.37	0.59	0.72	0.36	-0.06	0.94
31 Business Services	5.39	0.54	0.57	0.46	0.54	1.34	1.94
32 Health Services	2.92	-1.49	0.26	0.39	1.19	1.04	1.53
33 Education, Private	1.85	-1.09	0.04	0.02	1.41	0.43	1.04
34 Other Services	3.04	-0.53	0.15	0.64	0.34	0.62	1.82
Industry Group							
IT-producing Industries	9.04	3.84	0.69	0.70	0.09	-0.14	3.86
IT-using Industries	2.63	0.25	0.44	0.42	0.27	0.21	1.04
Non-IT Industries	1.72	-0.35	0.13	0.19	0.37	0.38	1.01

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Table 9

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1995-2000

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
1 Agriculture	3.33	1.94	0.05	0.37	-0.34	0.25	1.07
2 Non-energy Mining	1.80	0.46	0.18	0.55	-0.30	-0.13	1.04
3 Coal Mining	0.80	3.57	0.18	0.08	-0.46	-1.47	-1.10
4 Crude Petroleum	1.10	0.98	0.18	0.39	-0.34	-0.04	-0.06
5 Construction	4.48	-0.95	0.12	0.41	0.18	1.49	3.23
6 Wood and Furniture	3.25	0.86	0.10	0.20	0.19	0.41	1.49
7 Non-metallic	5.60	0.87	0.24	0.64	0.25	0.43	3.17
8 Primary Metal	3.04	2.50	0.08	0.13	0.07	0.00	0.27
9 Fabricated Metal	5.58	1.63	0.20	0.29	0.19	0.34	2.94
10 Machinery	3.88	0.24	0.57	0.28	0.03	0.18	2.58
11 Computers	31.50	16.76	0.29	0.37	-0.09	0.07	14.10
12 Electrical Equipment	3.56	0.94	0.09	-0.35	0.03	-0.12	2.98
13 Electronic Equipment	23.47	11.31	0.87	1.81	0.14	0.38	8.96
14 Motor Vehicles	6.07	0.65	0.06	0.22	0.10	0.08	4.97
15 Other Trans. Equipment	5.99	0.94	0.31	0.10	0.73	-0.20	4.10
16 Misc. Manufacturing	4.18	-0.24	0.53	0.21	0.74	-0.27	3.22
17 Food and Tobacco	1.52	0.01	0.12	0.33	0.03	0.03	1.00
18 Textiles	-1.07	2.13	0.11	-0.03	-0.25	-1.23	-1.80
19 Paper and Allied	0.79	1.83	0.11	0.19	-0.04	-0.15	-1.14
20 Printing	1.97	0.56	0.80	0.13	0.09	-0.07	0.46

Table 9 (cont'd)

Sources of Gross Output Growth in U.S. Industries, 1995-2000

Industry	Gross Output	Contributions					
		MFP	IT Capital	Non-IT Capital	University Labour	Non-university Labour	Intermediate Input
21 Chemicals	2.20	0.50	0.26	0.51	0.07	0.04	0.82
22 Petroleum Refining	1.50	-3.71	0.01	-0.10	-0.07	-0.08	5.46
23 Rubber and Plastics	3.45	1.51	0.20	0.53	0.11	0.18	0.93
24 Transportation	2.81	-0.22	0.40	0.45	0.18	0.67	1.33
25 Communications	6.41	-1.20	1.84	0.90	0.52	0.59	3.76
26 Electric Utilities	2.87	2.33	0.22	0.21	0.00	-0.40	0.50
27 Gas Utilities	-0.65	0.33	0.34	0.34	-0.04	-0.26	-1.36
28 Wholesale Trade	4.16	0.08	1.41	0.55	0.24	0.43	1.45
29 Retail Trade	4.17	1.31	0.30	0.44	0.33	0.31	1.47
30 FIRE	5.26	0.01	1.18	1.00	0.44	0.17	2.45
31 Business Services	8.15	-1.38	1.76	0.83	1.50	1.87	3.59
32 Health Services	3.67	-1.07	0.57	0.53	1.37	0.57	1.71
33 Education, Private	2.87	-1.55	0.09	0.07	2.24	0.41	1.62
34 Other Services	4.42	0.51	0.23	0.48	0.31	0.49	2.40
Industry Group							
IT-producing Industries	16.22	5.88	1.27	1.09	0.29	0.44	7.25
IT-using Industries	5.02	0.12	1.00	0.64	0.52	0.43	2.31
Non-IT Industries	3.32	0.11	0.25	0.38	0.38	0.39	1.79

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the multifactor productivity (MFP) column provides growth rates.

Sources of Labour Productivity Growth at the Industry Level

Equation (3) shows the relationship between labour productivity growth and MFP growth, capital deepening, labour quality change and intermediate input deepening. The results on sources of labour productivity growth in Canadian industries reported in Tables 10 through 12 for the three periods: 1981-88, 1988-95, and 1995-2000. Results for the United States are reported in Tables 13 through 15.

IT-producing Industries

The story that is familiar to many is the unprecedented rate of labour productivity growth in the computer equipment, and communications and electronic equipment industries in all OECD countries. What may be less well known is that labour productivity growth in our third IT-producing industry, communications, is a laggard in the United States but grew rapidly in Canada. Over the past 20 years, the average growth in labour productivity in these three industries was 7.8 percent in Canada and 9.8 percent in the United States. In the second half of the 1990s, labour productivity in Canadian IT-producing industries increased at an annual rate of 9.0 percent, compared to 12.8 percent in the United States.

These unprecedented growth rates were mainly due to MFP improvements and intermediate input deepening. Over the period 1981-2000, the average MFP growth in the three IT-producing industries in Canada was 2.3 percent per year while in the United States it was 4.2 percent. The contribution from intermediate input deepening was also sizable, 3.8 percentage points in Canada and 4.1 percentage points in the United States. The contributions from other factors such as IT capital and university-labour were small. However, if we look across the three major groups, IT-producing industries in both countries were the largest beneficiaries of capital deepening, especially IT capital deepening.

In the 1980s, the IT-producing industries in Canada were enjoying productivity growth rates similar to their U.S. counterparts, but Canada lagged the United States in labour productivity growth in the 1990s, especially in the second half. The labour productivity growth gap was entirely due to the stronger MFP performance and intermediate input deepening in the United States.

Table 10

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1981-88

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1 Agriculture	1.01	1.35	0.00	-0.51	0.03	0.09	0.03
2 Non-energy Mining	3.52	1.60	0.02	0.80	0.09	0.11	0.90
3 Coal Mining	9.46	7.25	0.00	0.81	-0.02	0.06	1.36
4 Crude Petroleum	-1.26	0.94	0.00	-1.30	0.05	0.03	-0.98
5 Construction	-0.25	-0.01	0.03	-0.04	0.02	0.02	-0.26
6 Wood and Furniture	3.08	1.41	0.02	-0.19	0.05	0.03	1.76
7 Non-metallic	1.96	1.11	0.03	-0.56	0.06	0.09	1.23
8 Primary Metal	4.00	1.04	0.07	0.05	0.02	0.10	2.72
9 Fabricated Metal	1.22	0.56	0.06	-0.14	0.02	0.06	0.65
10 Machinery	-0.92	-0.07	0.06	-0.57	0.07	0.09	-0.49
11 Computers	22.02	9.84	0.30	1.02	0.27	-0.02	10.59
12 Electrical Equipment	3.28	0.44	0.15	0.30	0.16	0.05	2.18
13 Electronic Equipment	4.06	0.85	0.31	0.20	0.26	-0.18	2.62
14 Motor Vehicles	4.91	0.91	0.05	0.21	0.02	-0.04	3.76
15 Other Trans. Equipment	0.33	-0.81	0.06	0.08	0.27	-0.04	0.77
16 Misc. Manufacturing	0.19	0.03	0.11	0.06	0.06	0.03	-0.10
17 Food and Tobacco	1.05	-0.21	0.03	-0.02	0.04	-0.01	1.22
18 Textiles	1.58	0.09	0.03	0.09	0.10	0.08	1.19
19 Paper and Allied	3.04	-0.13	0.04	0.58	0.03	0.10	2.42
20 Printing	-0.02	-0.48	0.06	-0.22	-0.01	0.15	0.47

Table 10 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1981-88

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	1.99	1.02	0.05	-0.45	0.03	-0.02	1.35
22 Petroleum Refining	4.03	-1.44	0.03	0.09	0.00	0.03	5.33
23 Rubber and Plastics	1.71	0.69	0.09	0.11	-0.01	0.03	0.81
24 Transportation	2.55	1.61	0.08	-0.06	0.07	-0.04	0.88
25 Communications	4.86	2.42	0.72	0.33	0.23	0.08	1.08
26 Electric Utilities	3.02	1.14	0.61	0.10	0.10	0.03	1.04
27 Gas Utilities	-1.07	-1.72	0.29	0.41	0.16	-0.04	-0.17
28 Wholesale Trade	4.27	2.80	0.12	0.08	0.27	0.02	0.98
29 Retail Trade	0.94	0.42	0.11	-0.01	0.18	0.05	0.19
30 FIRE	1.12	-1.13	0.37	0.80	0.18	-0.09	1.00
31 Business Services	1.16	-0.91	0.54	0.20	0.60	0.10	0.64
32 Health Services	-2.28	-1.34	0.10	-0.90	-0.87	0.53	0.20
33 Education, Private	-6.47	-2.99	0.38	-0.03	0.16	-0.31	-3.69
34 Other Services	0.18	-1.18	0.51	0.22	0.19	-0.07	0.51
Industry Group							
IT-producing Industries	6.36	2.83	0.44	0.27	0.26	-0.03	2.59
IT-using Industries	1.16	0.01	0.24	0.22	0.28	-0.08	0.49
Non-IT Industries	1.17	0.34	0.10	0.03	0.08	-0.02	0.63

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are the growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

Table 11

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1988-95

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1 Agriculture	4.22	1.99	0.03	-0.20	0.14	0.06	2.19
2 Non-energy Mining	0.07	0.24	0.02	-0.34	0.14	-0.01	0.01
3 Coal Mining	-0.39	1.26	0.02	-1.53	0.00	0.16	-0.30
4 Crude Petroleum	5.37	1.55	0.01	2.05	0.10	0.05	1.60
5 Construction	-0.56	-0.66	0.02	0.16	0.10	0.13	-0.31
6 Wood and Furniture	1.64	-0.40	0.02	0.16	0.10	0.12	1.64
7 Non-metallic	0.58	-0.46	0.07	0.27	0.16	-0.06	0.61
8 Primary Metal	4.88	1.45	0.05	0.03	0.07	0.07	3.22
9 Fabricated Metal	0.42	0.14	0.01	-0.05	0.10	0.11	0.11
10 Machinery	4.15	1.17	0.09	0.36	0.15	0.01	2.36
11 Computers	21.70	3.43	0.13	0.29	0.16	0.04	17.64
12 Electrical Equipment	2.76	0.22	0.17	0.43	0.25	0.04	1.64
13 Electronic Equipment	10.70	2.46	0.15	0.37	0.60	-0.25	7.38
14 Motor Vehicles	4.42	0.65	0.01	0.14	0.07	0.02	3.53
15 Other Trans. Equipment	4.89	0.96	0.03	0.39	0.24	-0.04	3.30
16 Misc. Manufacturing	1.63	0.18	0.13	0.24	0.27	-0.09	0.90
17 Food and Tobacco	1.98	0.28	0.08	0.07	0.12	0.02	1.40
18 Textiles	3.16	0.86	0.05	0.35	0.19	0.03	1.68
19 Paper and Allied	3.44	1.55	0.03	-0.26	0.10	0.07	1.96
20 Printing	-1.08	-1.92	0.23	0.37	0.27	-0.08	0.05

Table 11 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1988-95

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	2.67	0.77	0.12	0.43	0.23	-0.07	1.20
22 Petroleum Refining	3.84	0.52	0.05	-0.04	0.10	-0.02	3.23
23 Rubber and Plastics	3.04	0.92	0.07	0.03	0.14	0.00	1.87
24 Transportation	0.74	0.14	0.08	0.11	0.16	-0.05	0.30
25 Communications	4.44	0.60	1.56	0.90	0.39	-0.15	1.14
26 Electric Utilities	0.41	-0.92	0.18	0.08	0.17	0.03	0.87
27 Gas Utilities	-0.45	-0.84	0.22	-0.24	0.22	0.00	0.19
28 Wholesale Trade	1.86	0.53	0.19	0.06	0.45	-0.04	0.66
29 Retail Trade	1.30	-0.06	0.16	0.27	0.30	0.00	0.62
30 FIRE	2.65	0.72	0.32	0.39	0.44	-0.10	0.87
31 Business Services	1.35	-1.37	0.46	0.65	0.89	-0.28	1.00
32 Health Services	-1.84	-0.21	0.07	-0.37	-1.04	0.08	-0.38
33 Education, Private	-3.15	-2.50	0.14	-0.02	0.64	-0.42	-0.99
34 Other services	0.49	-0.58	0.18	0.09	0.25	-0.02	0.57
Industry Group							
IT- producing Industries	8.26	1.39	1.07	0.73	0.41	-0.13	4.80
IT-using Industries	1.83	0.15	0.26	0.31	0.50	-0.13	0.75
Non-IT Industries	1.31	0.20	0.07	0.12	0.14	-0.02	0.80

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

Table 12

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1995-2000

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1 Agriculture	7.06	2.12	0.08	0.98	0.12	0.07	3.70
2 Non-energy Mining	-2.37	-0.86	0.04	-0.04	0.06	0.05	-1.62
3 Coal Mining	3.04	2.55	0.08	0.29	0.02	0.03	0.05
4 Crude Petroleum	2.72	-2.57	0.04	2.81	0.02	0.01	2.40
5 Construction	0.33	0.19	0.03	-0.08	0.05	0.06	0.07
6 Wood and Furniture	1.98	0.83	0.02	-0.14	0.03	-0.04	1.29
7 Non-metallic	2.95	1.85	0.05	-0.32	0.08	0.16	1.13
8 Primary Metal	3.33	0.96	0.03	0.10	0.02	0.01	2.21
9 Fabricated Metal	1.40	0.49	0.06	-0.17	0.04	0.13	0.85
10 Machinery	-3.18	-1.20	0.12	-0.28	0.01	-0.03	-1.79
11 Computers	14.79	5.91	0.09	0.00	0.01	0.01	8.77
12 Electrical Equipment	1.24	0.01	0.25	0.49	0.08	0.10	0.31
13 Electronic Equipment	10.56	3.27	0.20	0.90	0.04	0.04	6.10
14 Motor Vehicles	3.22	1.23	0.03	-0.07	0.01	-0.04	2.05
15 Other Trans. Equipment	3.60	-1.09	0.04	1.35	0.04	-0.02	3.28
16 Misc. Manufacturing	1.98	0.48	0.21	-0.13	0.02	-0.15	1.55
17 Food and Tobacco	0.80	-0.50	0.12	0.01	0.05	0.07	1.04
18 Textiles	-0.47	-0.72	0.08	-0.19	0.10	0.10	0.17
19 Paper and Allied	0.96	0.28	0.07	0.43	0.02	0.04	0.12
20 Printing	0.34	-1.66	0.34	-0.31	0.10	0.01	1.86

Table 12 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in Canadian Industries, 1995-2000

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	-1.30	0.18	0.10	-0.40	0.05	-0.06	-1.17
22 Petroleum Refining	-3.51	-0.05	0.00	-0.11	0.01	0.01	-3.37
23 Rubber and Plastics	1.43	0.29	0.07	-0.19	0.06	0.03	1.17
24 Transportation	1.33	0.39	0.21	0.24	0.05	0.01	0.43
25 Communications	6.18	1.71	2.11	1.07	0.05	0.08	1.15
26 Electric Utilities	0.17	0.80	0.43	-1.62	0.01	0.02	0.53
27 Gas Utilities	3.45	-0.95	0.73	3.14	0.02	0.04	0.48
28 Wholesale Trade	1.59	0.85	0.29	-0.25	0.11	0.03	0.55
29 Retail Trade	4.28	1.86	0.37	0.22	0.12	-0.07	1.77
30 FIRE	3.33	0.96	0.54	-0.04	0.10	0.03	1.74
31 Business Services	2.61	0.15	0.46	0.42	0.04	0.02	1.52
32 Health Services	-2.11	-3.78	0.05	-0.45	2.06	-0.29	0.30
33 Education, Private	4.81	4.33	-0.02	-0.32	2.31	-0.08	-1.41
34 Other Services	3.27	0.97	0.27	-0.08	0.13	0.04	1.94
Industry Group							
IT-producing Industries	9.02	2.91	1.07	0.86	0.07	0.02	4.08
IT-using Industries	2.33	0.67	0.39	-0.13	0.23	-0.08	1.24
Non-IT Industries	1.86	0.30	0.11	-0.01	0.20	0.06	1.20

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

Table 13

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1981-88

			Contributions					
Industry	LP	MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1 Agriculture	2.29	1.63	0.01	0.06	0.19	0.06	0.35
2 Non-energy Mining	5.48	1.31	0.03	0.38	0.13	0.12	3.51
3 Coal Mining	8.51	3.29	0.01	1.09	0.18	0.21	3.74
4 Crude Petroleum	4.95	0.28	0.14	4.00	0.13	0.03	0.37
5 Construction	-0.11	-0.14	0.00	-0.30	0.11	0.04	0.18
6 Wood and Furniture	1.81	1.35	0.02	-0.26	0.09	0.12	0.49
7 Non-metallic	2.43	1.24	0.02	-0.06	0.15	0.06	1.01
8 Primary Metal	3.02	0.83	0.05	0.25	0.08	0.03	1.78
9 Fabricated Metal	2.38	0.66	0.08	0.16	0.08	0.07	1.33
10 Machinery	1.19	-0.77	0.25	0.41	0.27	-0.04	1.06
11 Computers	20.83	11.53	0.09	-0.15	0.67	-0.45	9.14
12 Electrical Equipment	3.96	1.21	0.20	0.08	0.53	-0.34	2.29
13 Electronic Equipment	9.69	4.72	0.54	1.03	0.49	-0.29	3.21
14 Motor Vehicles	4.85	0.79	0.03	-0.13	0.03	-0.05	4.17
15 Other Trans. Equipment	1.28	0.05	0.28	0.15	0.39	-0.51	0.91
16 Misc. Manufacturing	3.11	1.03	0.25	0.28	0.48	-0.29	1.37
17 Food and Tobacco	2.61	1.04	0.07	0.22	0.06	-0.05	1.26
18 Textiles	3.38	0.71	0.05	0.18	0.18	-0.02	2.28
19 Paper and Allied	2.00	0.20	0.05	0.21	0.14	-0.01	1.41
20 Printing	1.26	-0.43	0.32	0.08	0.39	-0.32	1.21

Table 13 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1981-88

		Contributions					
Industry	LP	MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	1.46	0.78	0.12	0.12	0.29	-0.19	0.33
22 Petroleum Refining	5.00	3.76	0.01	0.19	0.05	-0.03	1.01
23 Rubber and Plastics	3.40	1.69	0.06	-0.06	0.17	-0.04	1.59
24 Transportation	1.31	0.82	0.05	-0.39	0.47	-0.32	0.67
25 Communications	2.91	-0.35	0.95	0.96	0.33	-0.20	1.21
26 Electric Utilities	1.62	-0.60	0.43	0.96	0.17	-0.08	0.73
27 Gas Utilities	-3.10	-3.76	0.15	0.34	0.04	-0.02	0.15
28 Wholesale Trade	3.42	1.89	0.69	0.59	0.11	-0.07	0.21
29 Retail Trade	0.81	-0.14	0.21	0.12	0.23	-0.07	0.47
30 FIRE	1.39	-0.75	0.49	0.54	0.28	-0.17	1.00
31 Business Services	-1.73	-1.43	1.54	-0.83	0.14	-0.16	-1.00
32 Health Services	0.41	-0.48	0.37	0.22	0.40	-0.08	-0.03
33 Education, Private	0.52	-1.03	0.03	0.02	1.06	-0.39	0.84
34 Other Services	0.37	0.19	0.03	-0.06	0.17	-0.22	0.26
Industry Group							
IT-producing Industries	7.96	3.26	0.60	0.69	0.46	-0.31	3.26
IT-using Industries	1.19	-0.08	0.52	0.30	0.31	-0.29	0.44
Non-IT Industries	0.64	0.31	0.11	0.03	0.23	-0.08	0.04

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

Table 14

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1988-95

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1 Agriculture	2.74	1.67	0.03	0.08	0.35	-0.08	0.69
2 Non-energy Mining	1.91	1.09	0.18	0.05	0.25	-0.06	0.41
3 Coal Mining	5.17	3.40	0.16	0.77	0.24	0.05	0.55
4 Crude Petroleum	0.88	0.20	0.08	0.01	0.28	-0.09	0.39
5 Construction	-1.54	-1.33	0.06	0.02	0.07	0.08	-0.43
6 Wood and Furniture	0.45	-1.11	0.06	0.00	-0.01	0.16	1.36
7 Non-metallic	0.95	0.38	0.05	-0.07	0.01	0.19	0.40
8 Primary Metal	2.12	0.64	0.04	0.06	0.00	0.08	1.30
9 Fabricated Metal	1.28	0.46	0.10	-0.02	-0.05	0.16	0.63
10 Machinery	2.33	-0.02	0.28	0.26	0.06	0.15	1.61
11 Computers	19.91	10.22	0.07	-0.10	0.03	-0.01	9.70
12 Electrical Equipment	3.55	1.03	0.06	-0.31	0.21	-0.12	2.58
13 Electronic Equipment	15.40	6.82	0.54	1.46	0.11	-0.02	6.49
14 Motor Vehicles	1.19	-0.18	0.03	-0.01	0.04	0.03	1.28
15 Other Trans. Equipment	2.02	0.70	0.10	0.18	0.32	-0.21	0.92
16 Misc. Manufacturing	2.87	-0.48	0.38	0.29	0.51	-0.06	2.24
17 Food and Tobacco	1.14	0.10	0.07	0.12	0.05	0.01	0.78
18 Textiles	2.89	0.57	0.09	0.18	0.15	0.07	1.83
19 Paper and Allied	0.94	-0.63	0.08	0.27	0.13	0.03	1.08
20 Printing	-0.39	-1.21	0.39	0.06	0.40	-0.07	0.04

Table 14 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1988-95

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	1.60	-0.14	0.18	0.48	0.23	-0.07	0.90
22 Petroleum Refining	1.42	-0.43	0.03	0.22	0.05	-0.01	1.57
23 Rubber and Plastics	2.27	0.88	0.09	0.17	0.12	0.10	0.91
24 Transportation	0.26	0.36	0.12	-0.38	0.04	0.15	-0.02
25 Communications	2.96	0.13	0.84	0.58	0.29	-0.12	1.25
26 Electric Utilities	2.42	0.85	0.18	0.67	0.21	-0.09	0.60
27 Gas Utilities	-2.06	-0.90	0.35	0.17	0.08	-0.03	-1.74
28 Wholesale Trade	3.04	0.91	0.72	0.19	0.27	0.03	0.93
29 Retail Trade	0.60	-0.18	0.12	0.26	-0.01	0.11	0.31
30 FIRE	2.48	0.37	0.58	0.56	0.30	-0.11	0.79
31 Business Services	1.35	0.54	0.26	0.01	-0.52	0.27	0.79
32 Health Services	-0.72	-1.49	0.19	-0.05	0.10	0.16	0.37
33 Education, Private	-0.90	-1.09	0.04	-0.05	0.32	0.01	-0.13
34 Other Services	1.11	-0.53	0.13	0.37	0.21	-0.03	0.96
Industry Group							
IT-producing Industries	9.56	3.84	0.75	0.77	0.15	-0.04	4.09
IT-using Industries	1.50	0.25	0.40	0.20	0.11	-0.07	0.61
Non-IT Industries	-0.02	-0.35	0.11	-0.04	0.18	0.00	0.09

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

Table 15

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1995-2000

	Industry	LP	Contributions					
			MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
1	Agriculture	3.23	1.94	0.05	0.36	-0.35	0.23	1.01
2	Non-energy Mining	3.26	0.46	0.20	0.91	-0.25	0.20	1.74
3	Coal Mining	7.49	3.57	0.25	2.14	-0.25	0.27	1.51
4	Crude Petroleum	2.72	0.98	0.20	0.89	-0.24	0.15	0.74
5	Construction	-0.14	-0.95	0.09	0.14	-0.07	0.06	0.60
6	Wood and Furniture	1.92	0.86	0.10	0.07	0.13	0.07	0.68
7	Non-metallic	4.18	0.87	0.23	0.43	0.17	0.04	2.43
8	Primary Metal	3.20	2.50	0.08	0.15	0.08	0.02	0.38
9	Fabricated Metal	4.31	1.63	0.19	0.11	0.13	0.03	2.22
10	Machinery	3.43	0.24	0.56	0.23	0.01	0.05	2.35
11	Computers	31.10	16.76	0.29	0.36	-0.13	0.03	13.81
12	Electrical Equipment	4.17	0.94	0.10	-0.31	0.12	0.00	3.33
13	Electronic Equipment	21.10	11.31	0.77	1.27	0.03	0.00	7.72
14	Motor Vehicles	5.01	0.65	0.06	0.13	0.08	-0.04	4.13
15	Other Trans. Equipment	5.49	0.94	0.31	0.03	0.66	-0.38	3.93
16	Misc. Manufacturing	4.10	-0.24	0.53	0.21	0.74	-0.31	3.18
17	Food and Tobacco	1.50	0.01	0.12	0.32	0.03	0.03	0.98
18	Textiles	5.05	2.13	0.16	0.45	0.09	0.05	2.17
19	Paper and Allied	1.94	1.83	0.12	0.36	0.03	0.05	-0.45
20	Printing	2.08	0.56	0.81	0.14	0.10	-0.04	0.51

Table 15 (cont'd)

Sources of Labour Productivity Growth in U.S. Industries, 1995-2000

Industry	LP	Contributions					
		MFP	IT Capital Deepening	Non-IT Capital Deepening	University Labour Quality Improvement	Non-university Labour Quality Improvement	Intermediate Input Intensity
21 Chemicals	2.28	0.50	0.26	0.53	0.08	0.04	0.87
22 Petroleum Refining	4.12	-3.71	0.01	0.13	0.00	0.01	7.69
23 Rubber and Plastics	2.70	1.51	0.19	0.45	0.06	-0.02	0.51
24 Transportation	0.50	-0.22	0.35	0.16	0.01	0.02	0.18
25 Communications	1.54	-1.20	1.03	0.17	0.10	-0.11	1.54
26 Electric Utilities	5.22	2.33	0.29	1.27	0.15	-0.12	1.30
27 Gas Utilities	2.85	0.33	0.48	0.94	0.06	-0.06	1.08
28 Wholesale Trade	2.78	0.08	1.32	0.38	0.01	0.03	0.95
29 Retail Trade	2.59	1.31	0.28	0.25	0.17	-0.22	0.80
30 FIRE	2.75	0.01	1.05	0.09	0.12	-0.07	1.55
31 Business Services	1.62	-1.38	1.33	0.11	-0.08	0.03	1.62
32 Health Services	0.93	-1.07	0.50	0.23	0.47	0.00	0.80
33 Education, Private	-0.78	-1.55	0.07	-0.01	0.71	-0.07	0.08
34 Other Services	2.20	0.51	0.20	0.13	0.19	-0.22	1.39
Industry Group							
IT-producing Industries	12.79	5.88	0.91	0.56	0.02	-0.04	5.45
IT-using Industries	2.59	0.12	0.90	0.17	0.17	-0.13	1.36
Non-IT Industries	1.31	0.11	0.23	0.11	0.15	-0.03	0.74

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.
"LP" and "MFP" are growth rates of labour productivity and multifactor productivity, respectively.

IT-using Industries

In the 1980s, IT using industries, on average, had an equal (in Canada) or higher (in the United States) labour productivity growth than non-IT industries. However, the difference between the two groups increased in the 1990s when labour productivity growth in the IT-using group accelerated. In the United States, labour productivity growth in IT-using industries rose from 1.2 percent per year during 1981-88 to 1.5 percent (1988-95) and 2.6 percent (1995-2000). In Canada the pattern is the same, from 1.2 percent during 1981-88 to 1.8 percent (1988-95) and 2.3 percent (1995-2000), but less pronounced.

The acceleration of labour productivity growth in these industries in the United States in the second half of the 1990s was due to IT capital, university labour and intermediate input deepening. On the other hand, in Canada it was due to an increase in MFP growth, intermediate input and IT capital deepening. In both countries, IT-using industries benefited more than non-IT industries from IT capital deepening in the second half of the 1990s.

In the first half of the 1990s, labour productivity in the Canadian IT-using industries grew at an annual rate of 1.8 percent which was a bit faster than the 1.5 percent in the United States. This difference was mainly due to a greater increase in university labour input intensity in Canada. However, this was reversed in the second half of the 1990s when the U.S. IT-using industries saw a higher productivity growth rate. This was mainly due to an accelerated IT capital contribution in the United States. Of the 2.6 percent growth rate of labour productivity, IT capital deepening contributed 0.9 percentage points, while in Canada it contributed 0.4 percentage points out of 2.3 percent.

Aggregate Growth and Sector Contributions

Sources of Aggregate Output (Value-added) Growth

We now turn to the economy as a whole. The growth in value added for the entire business sector, aggregated over the 34 industries, is given in Equations (4) and (5). This bottom-up result is given in the first row of Table 16. These estimates are generally consistent with those estimates of Statistics Canada that come from a top-down approach.[23] These two estimates are reported in the bottom part of Table 16, under "Addendum". The difference between the two estimates, labelled as reallocation of value added, is relatively small.

Table 16

Sources of Aggregate Value-added Growth in Canada and the United States

	Canada			United States		
	1981-88	1988-95	1995-2000	1981-88	1988-95	1995-2000
Contributions						
Value Added	3.28	1.82	5.00	3.62	2.38	4.54
Capital Input	1.27	0.81	1.62	1.55	1.09	2.13
IT	0.35	0.33	0.58	0.61	0.52	1.15
Non-IT	0.92	0.48	1.04	0.94	0.57	0.98
Labour Input	1.36	0.56	2.28	1.49	1.15	1.60
University	0.45	0.57	0.87	0.93	0.60	0.82
Non-university	0.91	-0.01	1.41	0.56	0.55	0.78
MFP	0.65	0.45	1.11	0.58	0.14	0.81
Growth Rates						
Value Added	3.28	1.82	5.00	3.62	2.38	4.54
Capital Input	3.21	2.14	4.10	4.53	3.20	5.97
IT	15.86	12.69	17.25	19.60	11.32	20.11
Non-IT	2.48	1.34	2.87	3.01	1.93	3.27
Labour Input	2.28	0.92	3.79	2.27	1.74	2.49
University	5.76	4.71	6.18	5.01	2.67	3.47
Non-university	1.79	0.03	3.06	1.24	1.28	1.91
MFP	0.65	0.45	1.11	0.58	0.14	0.81
Addendum						
Bottom-up	3.28	1.82	5.00	3.62	2.38	4.54
Top-down	3.25	1.50	4.86	3.70	2.61	4.55
Reallocation of Value Added	0.03	0.32	0.14	-0.08	-0.23	-0.05
Hours worked	1.95	0.27	3.06	2.00	1.41	2.23

Economic growth accelerated in the second half of the 1990s in both countries. The acceleration was more pronounced in Canada, from 1.8 percent per year to 5.0 percent, versus 2.4 percent to 4.5 percent for the United States. In the 1980s, however, the Canadian business sector grew at 3.3 percent compared to 3.6 percent in the United States.

The more sizable differences are in factor contributions. The largest contributor in Canada during the boom period (1995-2000) was labour, which accounted for 2.3 out of the 5.0 percentage points, while capital contributed only 1.6 percentage points. On the other side of the border, capital and labour contributed 2.1 and 1.6 percentage points to the 4.5 percent aggregate growth rate, respectively. The difference in IT capital contribution is even more pronounced. The extremely rapid growth in IT investment in the United States produced a 1.2 percentage point contribution, while, in Canada, it was only 0.6 percentage points. The difference in labour contribution is entirely due to the higher growth rate of non-university educated labour in Canada. We should note, however, that the less-educated labour force expanded greatly during the boom period in both countries. In sum, the acceleration of value-added growth in Canada in the second half of the 1990s was mainly driven by non-IT capital and non-university labour while in the United States, it was mainly due to the accumulation of both IT and non-IT capital as well as an increase in MFP growth (Figure 1).

We now turn to Equation (4) for estimating individual industry contributions to aggregate growth. An industry contribution is the product of its share in total value added and its value-added growth rate. Industry shares in total value added are displayed in Table 17. As before, we concentrate on the three industry groups: IT-producing, IT-using, and non-IT industries. In both countries, the value-added share of the IT-producing group was essentially flat over the period 1981-2000, while the share of the IT-using group increased at the expense of the non-IT group. This is essentially due to the expansion of FIRE and business services industries, with contraction in mining, construction and agriculture. In recent years, the Canadian economy is concentrated relatively less in IT-producing and IT-using industries and more in non-IT industries, compared to the United States.

Figure 2 gives the contributions of three major groups to aggregate output growth, while Figures 6 through 8 give the contributions of each of the 34 industries for the three sub periods: 1981-88, 1988-95, and 1995-2000. All three groups contributed to the acceleration of output growth in both countries from the first half to the second half of the 1990s. Nevertheless, most of the acceleration in Canada was from non-IT industries, while in the United States it was mainly from IT-using industries.

Figure 1

Sources of the Accelaration in Aggregate Value-added Growth Between 1988-1995 and 1995-2000

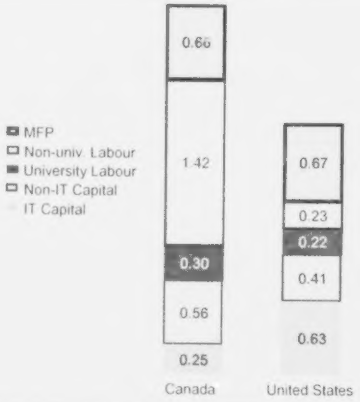
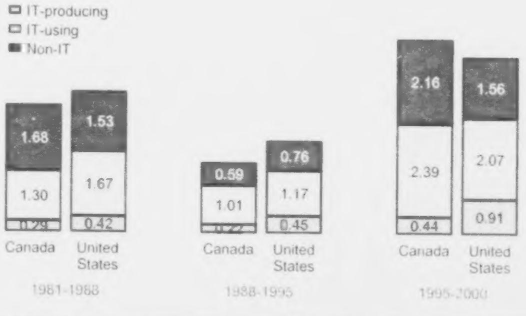


Figure 2

Industry Contributions to Aggregate Value-added Growth in Canada and the United States, 1981-2000



Note: IT producing industries are computer, electronic equipment and communications.
IT-intensive using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services.

Figure 3

Sources of the Acceleration in Aggregate Labour Productivity Growth between 1988-1995 and 1995-2000

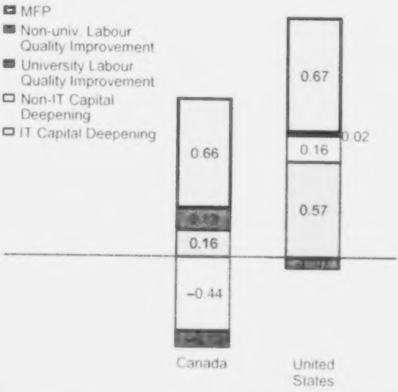
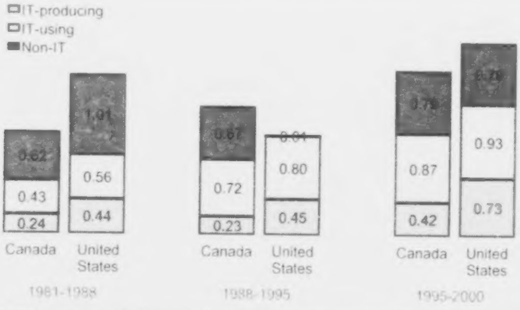


Figure 4

Industry Contributions to Aggregate Labour Productivity Growth in Canada and the United States, 1981-2000



Note: Labour productivity is defined as value added per hour.
IT producing industries are computer, electronic equipment and communications.
IT-intensive using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services.

Figure 3

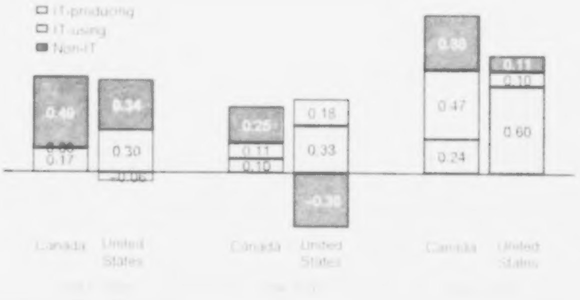
Sources of the Acceleration in Aggregate Labour Productivity Growth between 1988-1995 and 1995-2000

Figure 4

Industry Contributions to Aggregate Labour Productivity Growth in Canada and the United States, 1981-2000

Figure 5

Industry Contributions to Aggregate MFP Growth in Canada and the United States, 1981-2000



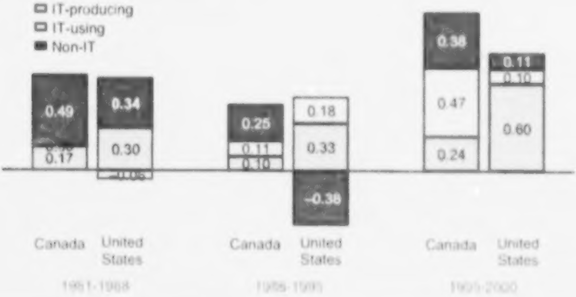
Note: IT-producing industries are computer, electronic equipment and communications. IT-intensive using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services.

If we examine detailed industry contributions in Figures 6 through 8, we see that the top four contributors to aggregate growth in Canada during the boom period are all IT-using industries — business services, FIRE, wholesale trade, and retail trade. In the United States the top three are FIRE, business services, communication and electronic equipment, while the fourth highest is a non-IT industry, health services.

Table 18 gives the change in hours worked for the 34 industries during the three periods. During 1995-2000, Canada has higher employment growth than the United States in almost all sectors, the main exceptions being communications, agriculture, construction and FIRE.

Figure 5

Industry Contributions to Aggregate MFP Growth in Canada and the United States, 1981-2000



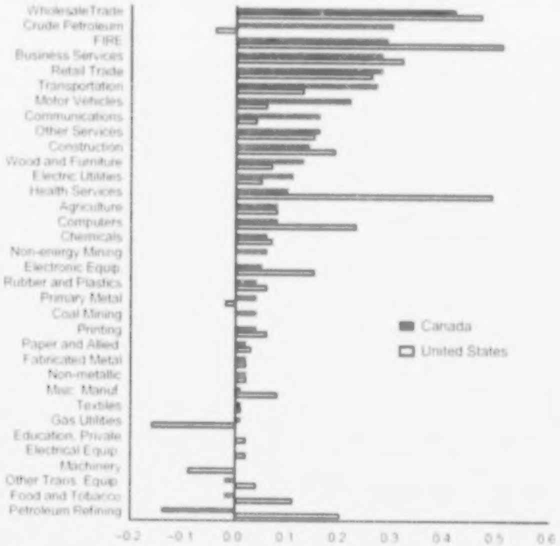
Note: IT producing industries are computer, electronic equipment and communications.
IT-intensive using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services.

If we examine detailed industry contributions in Figures 6 through 8, we see that the top four contributors to aggregate growth in Canada during the boom period are all IT-using industries – business services, FIRE, wholesale trade, and retail trade. In the United States the top three are FIRE, business services, communication and electronic equipment, while the fourth highest is a non-IT industry, health services.

Table 18 gives the change in hours worked for the 34 industries during the three periods. During 1995-2000, Canada has higher employment growth than the United States in almost all sectors, the main exceptions being communications, agriculture, construction and FIRE.

Figure 6

Contributions to Aggregate Value-added Growth by Industry in Canada and the United States, 1981-1988

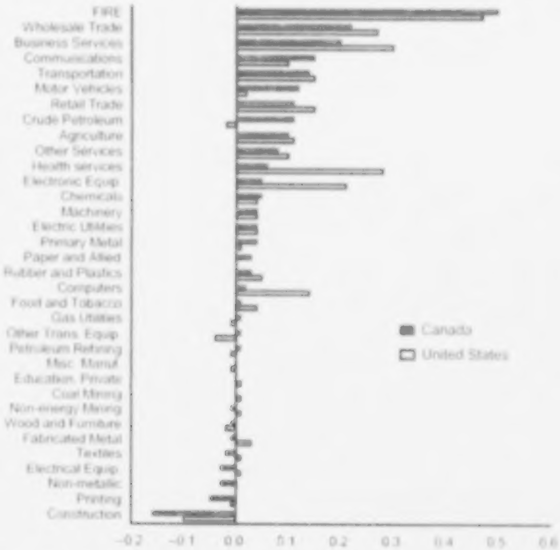


Sources of Aggregate Labour Productivity Growth

The results on sources of aggregate labour productivity, as described in Equation (9), are reported in Table 19. In the second half of 1990s, aggregate labour productivity in Canada grew at an annual rate of 1.9 percent, compared to 2.3 percent in the United States. In Canada, the largest contributor was MFP growth, 1.1 percentage points, with a modest 0.4 percent each for capital deepening and labour quality. In the United States, the sources of improvements in labour productivity were different: IT-capital deepening alone accounted for 1.0 percentage points out of the 2.3 percent while the contribution from labour was held back by the surge in employment of less educated workers. Both countries saw a revival of MFP growth. MFP growth contributed 0.8 percentage points to the U.S. labour productivity growth. IT capital contributed more than non-IT capital in both countries, and university labour contributed more than non-university labour.

Figure 7

Contributions to Aggregate Value-added Growth by Industry in Canada and the United States, 1988-1995

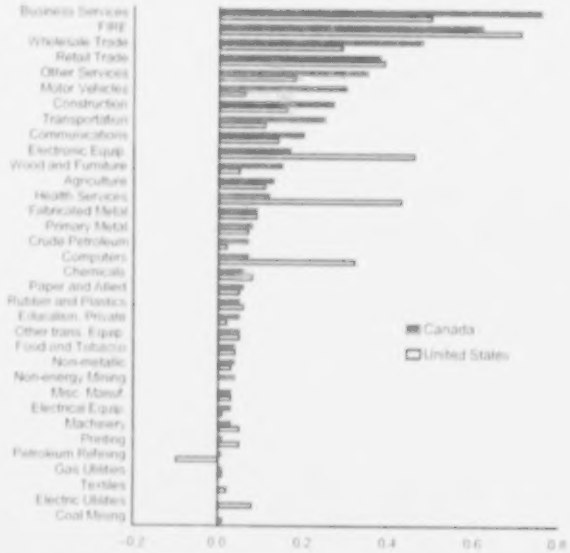


The acceleration of aggregate labour productivity growth in Canada in the latter half of the 1990s was mainly due to the serge in MFP growth by 0.7 percentage points (Figure 3). The labour productivity growth in the United States accelerated dramatically, from 1.0 percent in the first half to 2.3 percent per year in the second half of the 1990s. Greater IT-capital deepening and the increased MFP growth contributed equally to the acceleration of labour productivity growth. Furthermore, non-IT capital deepening did not slow down as in Canada.

Equation (10) shows how aggregate labour productivity growth is made up of industry contributions and reallocation of hours. The contributions of three major industry groups are summarized in Figure 4. The acceleration of aggregate labour productivity growth in Canada in the second half of the 1990s was driven mainly by IT-producing industries and to a lesser extent, by IT-using and non-IT industries.

Figure 8

Contributions to Aggregate Value-added Growth by Industry in Canada and the United States, 1995-2000



In the United States, the acceleration was mainly driven by the increased contribution from non-IT industries. However, most of the increased contribution was the recovery of the drop in the first half of the 1990s from that in 1980s. Unlike non-IT industries, the contribution from both IT-producing and IT-using industries accelerated over those three periods in both countries.

Table 17

Industry Shares of Value Added in Canada and the United States

Industry	Canada 1981	Canada 1988	Canada 1995	Canada 2000	United States 1981	United States 1988	United States 1995	United States 2000
1 Agriculture	0.044	0.029	0.028	0.020	0.035	0.024	0.024	0.025
2 Non-energy Mining	0.030	0.028	0.020	0.016	0.005	0.003	0.003	0.002
3 Coal Mining	0.002	0.003	0.002	0.001	0.007	0.004	0.003	0.002
4 Crude Petroleum	0.059	0.029	0.031	0.034	0.048	0.015	0.010	0.009
5 Construction	0.101	0.087	0.067	0.068	0.068	0.065	0.052	0.053
6 Wood and Furniture	0.026	0.026	0.029	0.031	0.011	0.012	0.011	0.010
7 Non-metallic	0.008	0.009	0.006	0.006	0.009	0.008	0.006	0.007
8 Primary Metal	0.019	0.019	0.016	0.016	0.014	0.010	0.009	0.008
9 Fabricated Metal	0.017	0.015	0.013	0.015	0.021	0.016	0.015	0.016
10 Machinery	0.015	0.013	0.015	0.015	0.031	0.020	0.020	0.020
11 Computers	0.002	0.003	0.001	0.001	0.007	0.006	0.005	0.005
12 Electrical Equipment	0.010	0.008	0.006	0.005	0.012	0.010	0.008	0.008
13 Electronic Equipment	0.006	0.008	0.009	0.011	0.011	0.012	0.014	0.017
14 Motor Vehicles	0.017	0.024	0.030	0.028	0.011	0.011	0.011	0.010
15 Other Trans. Equipment	0.010	0.008	0.011	0.011	0.018	0.016	0.013	0.011
16 Misc. Manufacturing	0.007	0.007	0.007	0.007	0.020	0.020	0.018	0.016
17 Food and Tobacco	0.032	0.032	0.032	[illegible]	0.026	0.026	0.025	0.022
18 Textiles	0.017	0.014	0.011	0.010	0.017	0.012	0.009	0.007
19 Paper and Allied	0.022	0.025	0.027	0.017	0.011	0.011	0.011	0.009
20 Printing	0.013	0.015	0.014	0.014	0.017	0.019	0.017	0.017
21 Chemicals	0.017	0.023	0.023	0.018	0.027	0.025	0.025	0.023
22 Petroleum Refining	0.005	0.003	0.003	0.002	0.007	0.005	0.004	0.004

Table 17 (cont'd)

Industry Shares of Value Added in Canada and the United States

	Canada				United States			
Industry	1981	1988	1995	2000	1981	1988	1995	2000
23 Rubber and Plastics	0.007	0.007	0.009	0.009	0.009	0.010	0.011	0.010
24 Transportation	0.066	0.061	0.061	0.062	0.045	0.040	0.039	0.033
25 Communications	0.029	0.029	0.031	0.027	0.027	0.027	0.027	0.029
26 Electric Utilities	0.031	0.037	0.040	0.033	0.024	0.026	0.024	0.021
27 Gas Utilities	0.004	0.005	0.005	0.004	0.006	0.006	0.004	0.003
28 Wholesale Trade	0.059	0.070	0.070	0.072	0.076	0.071	0.070	0.067
29 Retail Trade	0.078	0.082	0.072	0.077	0.092	0.089	0.085	0.083
30 FIRE	0.110	0.125	0.137	0.142	0.118	0.149	0.159	0.166
31 Business Services	0.042	0.054	0.063	0.083	0.034	0.056	0.067	0.084
32 Health Services	0.023	0.029	0.033	0.032	0.092	0.125	0.145	0.145
33 Education, Private	0.001	0.001	0.001	0.003	0.007	0.008	0.009	0.010
34 Other Services	0.070	0.074	0.077	0.077	0.038	0.044	0.048	0.049
Industry Group								
IT-producing Industries	0.038	0.039	0.041	0.040	0.044	0.045	0.046	0.051
IT-using Industries	0.344	0.382	0.394	0.427	0.417	0.449	0.457	0.472
Non-IT Industries	0.618	0.579	0.565	0.533	0.539	0.506	0.497	0.477
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

Table 18

Growth in Hours Worked in Canadian and U.S. Industries, 1981-2000

	Canada			United States		
Industry	1981-88	1988-95	1995-2000	1981-88	1988-95	1995-2000
1 Agriculture	-0.13	-1.07	-3.52	-1.53	-0.01	0.10
2 Non-energy Mining	-2.21	-0.03	3.13	-3.92	0.42	-1.47
3 Coal Mining	-0.50	0.08	-4.69	-6.41	-4.03	-6.69
4 Crude Petroleum	5.26	-1.83	1.68	-7.40	-2.15	-1.61
5 Construction	1.82	-1.26	3.29	3.42	0.89	4.62
6 Wood and Furniture	1.83	-0.88	3.37	2.34	0.17	1.33
7 Non-metallic	0.30	-3.59	2.15	-0.31	-0.49	1.43
8 Primary Metal	-1.84	-3.43	1.42	-4.91	-1.12	-0.16
9 Fabricated Metal	0.23	-1.55	4.72	-1.01	0.32	1.28
10 Machinery	1.64	-0.88	4.91	-2.94	0.64	0.45
11 Computers	1.47	-1.90	1.73	1.60	-3.66	0.40
12 Electrical Equipment	-2.20	-6.16	3.15	-1.52	-1.32	-0.61
13 Electronic Equipment	4.48	-1.40	3.93	0.81	-0.86	2.37
14 Motor Vehicles	4.88	0.42	4.74	1.73	2.08	1.06
15 Other Trans. Equipment	-0.13	-2.00	3.54	2.01	-5.10	0.50
16 Misc. Manufacturing	1.53	-1.38	3.57	0.55	-1.63	0.08
17 Food and Tobacco	-0.01	-1.38	2.07	-0.78	0.43	0.03
18 Textiles	-0.29	-5.09	1.77	-2.01	-1.76	-6.12
19 Paper and Allied	-0.46	-2.15	0.87	0.72	0.29	-1.15
20 Printing	3.28	-1.21	3.55	2.90	0.22	-0.10
21 Chemicals	0.91	-1.23	3.54	-0.29	-0.13	-0.08
22 Petroleum Refining	-6.06	-2.77	6.27	-2.91	-1.14	-2.61

Table 18 (cont'd)

Growth in Hours Worked in Canadian and U.S. Industries, 1981-2000

	Canada			United States		
Industry	1981-88	1988-95	1995-2000	1981-88	1988-95	1995-2000
23 Rubber and Plastics	3.45	0.16	4.79	2.39	1.86	0.75
24 Transportation	1.08	1.44	2.45	2.08	3.14	2.31
25 Communications	0.53	0.26	-0.49	-1.41	0.80	4.87
26 Electric Utilities	0.55	1.40	0.50	0.62	-1.12	-2.35
27 Gas Utilities	2.56	3.56	-2.47	-1.64	-0.53	-3.50
28 Wholesale Trade	1.74	1.34	5.12	1.52	0.69	1.39
29 Retail Trade	2.39	0.46	1.22	2.42	1.25	1.58
30 FIRE	2.27	0.72	1.66	3.06	0.44	2.50
31 Business Services	5.24	2.80	8.77	7.90	4.03	6.53
32 Health Services	7.01	3.80	6.66	3.66	3.64	2.75
33 Education, Private	8.31	4.83	17.54	2.83	2.75	3.65
34 Other Services	2.83	1.14	2.11	3.44	1.92	2.22
Industry Group						
IT-producing Industries	1.69	-0.40	1.02	-0.14	-0.52	3.43
IT-using Industries	2.54	0.81	3.95	2.59	1.13	2.43
Non-IT Industries	1.56	-0.08	2.45	1.62	1.74	2.00
Aggregate	1.95	0.27	3.06	2.00	1.41	2.23

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

Table 19

Sources of Aggregate Labour Productivity Growth in Canada and the United States

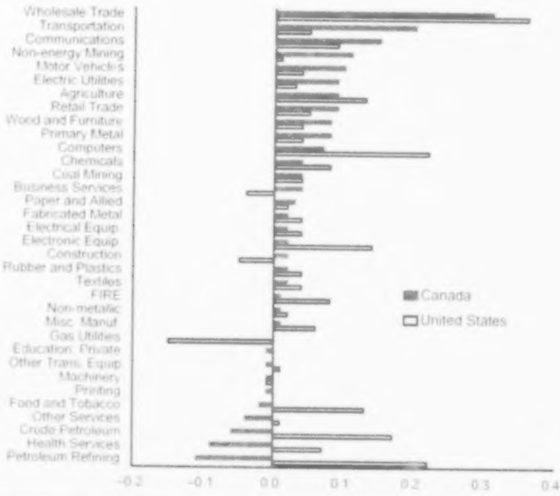
	Canada			United States		
	1981-88	1988-95	1995-2000	1981-88	1988-95	1995-2000
Contributions						
Labour Productivity	1.33	1.55	1.93	1.62	0.97	2.31
Capital Deepening	0.48	0.69	0.41	0.87	0.60	1.34
IT	0.30	0.32	0.48	0.54	0.45	1.02
Non-IT	0.18	0.37	-0.07	0.33	0.15	0.31
Labour Quality Improvement	0.20	0.41	0.43	0.18	0.22	0.17
University	0.29	0.54	0.44	0.54	0.28	0.30
Non-university	-0.09	-0.13	0.00	-0.36	-0.06	-0.13
MFP	0.65	0.45	1.11	0.58	0.14	0.81
Growth Rates						
Labour Productivity	1.33	1.55	1.93	1.62	0.97	2.31
Capital Deepening	1.26	1.87	1.04	2.53	1.79	3.74
IT	13.91	12.42	14.18	17.60	9.91	17.88
Non-IT	0.53	1.07	-0.19	1.02	0.52	1.04
Labour Quality Improvement	0.33	0.64	0.72	0.27	0.34	0.26
University	3.80	4.43	3.11	3.01	1.27	1.24
Non-university	-0.16	-0.25	0.00	-0.75	-0.13	-0.32
MFP	0.65	0.45	1.11	0.58	0.14	0.81
Addendum						
Labour Productivity	1.33	1.55	1.93	1.62	0.97	2.31
Industry Contribution	1.30	1.62	2.08	2.01	1.26	2.46
Reallocation of Hours	0.03	-0.08	-0.15	-0.39	-0.29	-0.15

Note: Aggregate labour productivity is defined as aggregate value added per hour worked.

In Figures 9 through 11, we give the contributions for all 34 industries. In the 1980s the top five contributors to Canadian aggregate labour productivity growth were: wholesale trade; transportation; communications; non-energy mining; and motor vehicles. By the late 1990s, the top sectors were FIRE, retail trade, communications, agriculture and other services. Health services was the big laggard in all periods. The industry picture in the United States is somewhat different where the biggest contributors to the productivity revival were: communication and electronic equipment; computers; FIRE; retail trade; and wholesale trade.

Figure 9

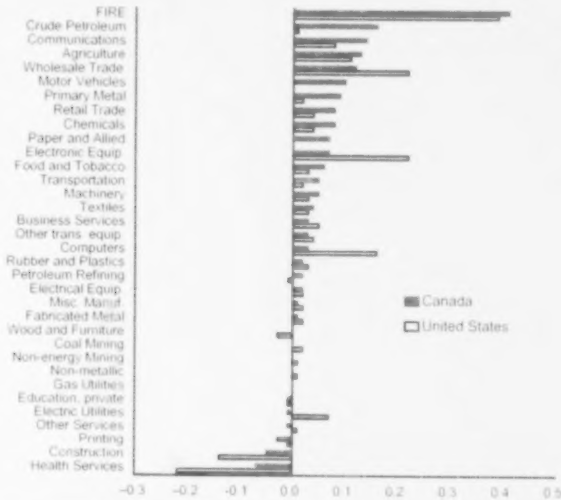
Contributions to Aggregate Labour Productivity Growth by Industry in Canada and the United States, 1981-1988



Note: Labour productivity is defined as value added per hour worked.

Figure 10

Contributions to Aggregate Labour Productivity Growth by Industry in Canada and the United States, 1988-1995



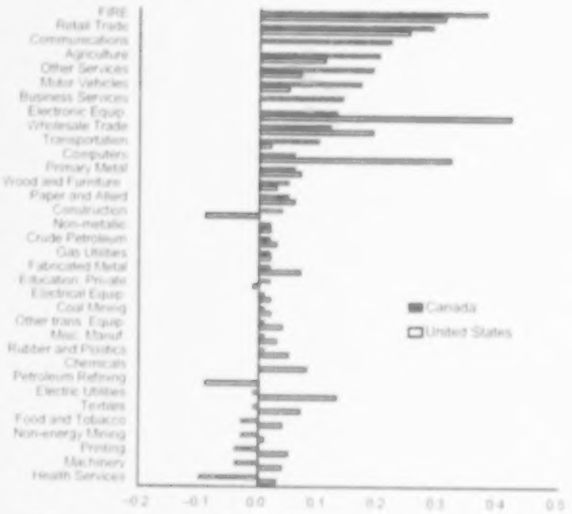
Note: Labour productivity is defined as value added per hour worked.

Sources of Aggregate MFP Growth

Aggregate MFP growth accelerated in both countries in the latter half of the 1990s. In Canada, it increased from 0.5 percent per year during 1988-95 and 1.1 percent during 1995-2000. In the United States, it increased from 0.1 to 0.8 percent.[24]

Figure 11

Contributions to Aggregate Labour Productivity Growth by Industry in Canada and the United States, 1995-2000



Note: Labour productivity is defined as value added per hour worked.

We now look at individual industry contributions to aggregate MFP growth. According to the Domar weighting scheme, shown in Equation (12), each industry contribution is calculated as the product of its MFP growth and the Domar weight. The Domar weights, essentially industry gross output divided by aggregate gross domestic product, are given in Table 20. Sectors with the biggest Domar weights are FIRE, other services, construction, and motor vehicles. In Figure 5, we summarize the contributions of the three major industry groups, and in Figures 12 through 14 we give the contributions of all 34 industries.

Table 20

Domar Weights in Canadian and U.S. Industries, 1982-2000

	Canada				United States			
Industry	1982	1988	1995	2000	1982	1988	1995	2000
1 Agriculture	0.094	0.067	0.065	0.054	0.093	0.057	0.051	0.057
2 Non-energy Mining	0.048	0.041	0.033	0.027	0.047	0.005	0.005	0.028
3 Coal Mining	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.007	0.004	0.002
4 Crude Petroleum	0.074	0.046	0.046	0.053	0.076	0.031	0.020	0.054
5 Construction	0.237	0.212	0.173	0.156	0.232	0.151	0.122	0.166
6 Wood and Furniture	0.059	0.067	0.075	0.076	0.058	0.030	0.029	0.080
7 Non-metallic	0.018	0.019	0.013	0.013	0.018	0.016	0.013	0.014
8 Primary Metal	0.064	0.061	0.056	0.049	0.063	0.034	0.030	0.052
9 Fabricated Metal	0.044	0.039	0.031	0.034	0.043	0.039	0.034	0.036
10 Machinery	0.032	0.028	0.031	0.031	0.031	0.041	0.042	0.032
11 Computers	0.006	0.007	0.011	0.007	0.005	0.018	0.017	0.008
12 Electrical Equipment	0.024	0.021	0.015	0.014	0.024	0.023	0.021	0.015
13 Electronic Equipment	0.012	0.016	0.023	0.033	0.012	0.022	0.028	0.035
14 Motor Vehicles	0.077	0.100	0.134	0.161	0.075	0.053	0.054	0.175
15 Other Trans. Equipment	0.020	0.018	0.021	0.027	0.020	0.034	0.025	0.028
16 Misc. Manufacturing	0.018	0.016	0.015	0.015	0.018	0.036	0.033	0.016
17 Food and Tobacco	0.134	0.110	0.102	0.091	0.131	0.088	0.079	0.097
18 Textiles	0.041	0.035	0.026	0.022	0.040	0.034	0.028	0.023
19 Paper and Allied	0.058	0.059	0.058	0.045	0.057	0.029	0.027	0.048
20 Printing	0.027	0.029	0.027	0.026	0.026	0.036	0.031	0.028

Table 20 (cont'd)

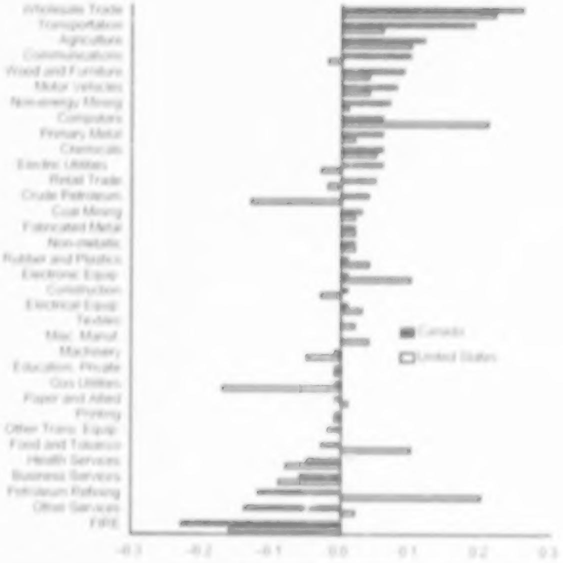
Domar Weights in Canadian and U.S. Industries, 1982-2000

	Canada				United States			
Industry	1982	1988	1995	2000	1982	1988	1995	2000
21 Chemicals	0.058	0.054	0.054	0.044	0.056	0.061	0.059	0.047
22 Petroleum Refining	0.096	0.036	0.032	0.029	0.093	0.034	0.026	0.032
23 Rubber and Plastics	0.019	0.020	0.022	0.023	0.018	0.023	0.024	0.024
24 Transportation	0.123	0.115	0.113	0.112	0.121	0.076	0.076	0.117
25 Communications	0.038	0.039	0.044	0.042	0.038	0.048	0.048	0.043
26 Electric Utilities	0.041	0.044	0.050	0.042	0.042	0.041	0.036	0.042
27 Gas Utilities	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.022	0.014	0.005
28 Wholesale Trade	0.087	0.099	0.107	0.114	0.086	0.106	0.107	0.119
29 Retail Trade	0.114	0.118	0.113	0.116	0.112	0.155	0.148	0.121
30 FIRE	0.177	0.204	0.229	0.235	0.176	0.229	0.241	0.244
31 Business Services	0.060	0.072	0.093	0.127	0.059	0.075	0.093	0.133
32 Health Services	0.031	0.037	0.044	0.043	0.030	0.180	0.213	0.045
33 Education, Private	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.015	0.016	0.004
34 Other Services	0.119	0.124	0.135	0.142	0.117	0.079	0.087	0.149
Industry Group								
IT-producing Industries	0.056	0.062	0.078	0.082	0.088	0.088	0.092	0.105
IT-using Industries	0.559	0.607	0.651	0.706	0.706	0.735	0.740	0.772
Non-IT Industries	1.448	1.300	1.274	1.227	1.298	1.105	1.049	1.002
Total	2.062	1.968	2.003	2.014	2.092	1.929	1.882	1.879

Note: IT-producing industries are computer, electronic (including communication) equipment and communications (services). IT-using industries are machinery, electrical equipment, printing and publishing, other transportation equipment, miscellaneous manufacturing, wholesale trade, retail trade, finance, insurance and real estate, and business services. Non-IT industries are the remaining industries.

Figure 12

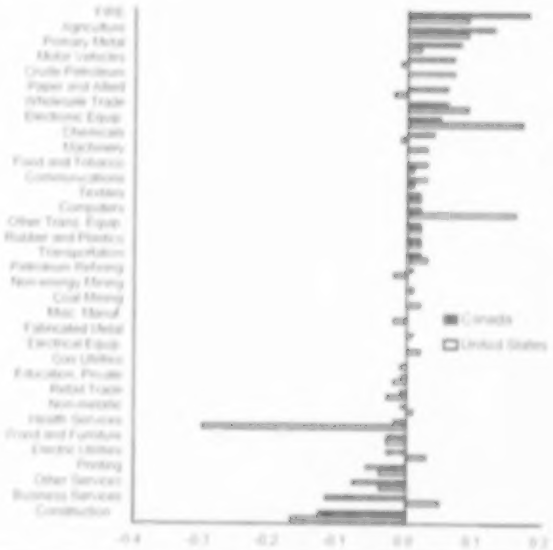
Contributions to Aggregate MFP Growth by Industry in Canada and the United States, 1981-1988



In Canada, the aggregate MFP growth in the latter half of the 1990s was mainly due to IT-using and non-IT industries (76.6 percent), while in the United States IT-producing industries contributed 0.6 percentage points of 0.8 percent growth. The larger contributions from IT-using and non-IT industries in Canada were due to their larger Domar weights, not to their higher growth rates.[78] On the other hand, the small Domar weight of 0.08 for IT-producing industries multiplied by their high MFP growth rates (2.9 percent per year on average) results in a very small contribution.

Figure 13

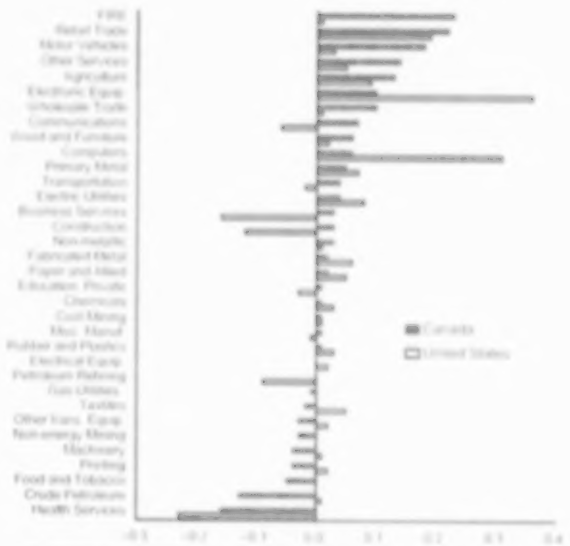
Contributions to Aggregate MFP Growth by Industry in Canada and the United States, 1988-1995



For the United States, however, the larger contribution from IT-producing industries was due to the extraordinary MFP growth (5.9 percent per year on average). The MFP growth was a mere 0.1 percent in both IT-using and non-IT industries.

Figure 14

Contributions to Aggregate MFP Growth by Industry in Canada and the United States, 1995-2000



Turning to the detailed industry contributions in Figures 12 through 14, the biggest contributors to Canadian business MFP growth in the 1980s were: wholesale trade; transportation; agriculture; communications; and wood and furniture. By the latter half of the 1990s, they were FIRE, retail trade, motor vehicles, other services and agriculture. On the other hand, the biggest contributors to the MFP growth revival in the United States were: communication and electronic equipment; computers; retail trade; agriculture; and electric utilities.

Conclusions

THE MAIN OBJECTIVE OF THIS STUDY has been to provide an in-depth analysis of the sources of output and labour productivity growth in Canadian and U.S. industries, using newly developed comparable industry data for 34 industries in Canada and the United States. The focus of this study has been on examining the role of information and communication technologies and human capital in labour productivity growth, especially in its acceleration during the latter half of the 1990s.

Several important conclusions emerge from our empirical findings. Computers and electronic equipment industries registered very strong growth in output, labour productivity and MFP in both countries during the past 20 years. Growth in MFP and intermediate input accounted for over three quarters of the growth in output and labour productivity in these two industries in both countries.

The acceleration of growth in real value-added in the United States in the latter half of the 1990s was largely due to the accumulation of IT capital and the increased use of university-trained labour. On the other hand, in Canada, accumulation of non-IT capital and the increased use of non-university labour were responsible for the resurgence of value-added growth in the business sector. The growth in value added in the United States in the second half of the 1990s was more concentrated in IT-producing industries while in Canada all the three major industry groups contributed to the growth revival.

The IT capital was the driving force behind the revival of labour productivity growth in the United States and its impact was widespread across many industries. On the other hand, IT capital made only a small contribution to the productivity growth resurgence in Canada. Close to 70 percent of labour productivity growth in the United States in the second half of the 1990s was due to IT-producing and IT-using industries. They accounted for only about 60 percent of the business sector productivity growth in Canada. In addition, the contribution of IT-producing industries in Canada was significantly smaller than in the United States.

Endnotes

1 The share of hours worked by workers with at least a university degree in Canada increased from 11 percent in 1990 to 16 percent in 2000. In the United States, it increased from 24 to 27 percent.

2 See Harchaoui et al. (2002), Rao and Tang (2001), Crawford (2002), and Robidoux and Wong (2003) for Canada, and Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002) and Stiroh (2002) for the United States.

3 In many previous studies involving Canada-U.S. comparisons, e.g. Gu and Ho (2000) and Rao and Tang (2001), these industries are combined with one of the three sectors: machinery, electrical equipment, and services.

4 For the purpose of policy analysis, in this study, we group communication services with IT-producing industries, which is consistent with the OECD definition.

5 Harchaoui, Tarkhani, and Khanam (2004) and Gu and Wang (2004) in this volume focus on the aggregate and detailed Canadian industries, respectively.

6 There have been a number of significant developments since those earlier studies. First, software purchases are now treated as investments, as final demand rather than as intermediate input in the previous system. The new treatment significantly increases output and capital stock in terms of both levels and growth rates. Second, the earlier work only covers the period 1961-95, before the dramatic growth resurgence in the second half of the 1990s that is captured here.

7 We define gross output as sales plus changes in the inventories, the output of all firms in the industry. This is different from the sectoral output concept used by the U.S. Bureau of Labor Statistics in their productivity estimates, where transactions within an industry [the diagonal elements of the input/output (IO) matrix] are excluded. Statistics Canada produces estimates using gross output, value added and the sectoral output concept.

8 As many have pointed out, this MFP growth term is a residual that captures a variety of other factors, including economies of scale, unaccounted for inputs (such as managerial talent and organizational structure), and measurement errors (in both output and inputs).

9 If Equation (3) only used total labour instead of university and non-university, then $l_i = L_i / H_i$ is simply the index of compositional change (or labour quality index in the Jorgenson terminology). That is, labour productivity change is MFP change plus input deepening plus labour quality change. Here, l^{U} and l^{NU} represents the combination of changes in the composition of university hours,

composition of non-university hours, and the reallocation of hours between these two types.

10 The quantity of intermediate input is calculated as a translog index of the three components.

11 In the official estimates of Statistics Canada, gender is not used as a separate classification strata and therefore the estimates produced here will differ from those in Gu et al. (2003). Gender has been used for this project for purposes of compatibility to the Jorgenson database.

12 Here we consider only the private business sector for our 34 industries. Unlike Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002), we do not include the government and household sectors.

13 This is unlike Jorgenson, Gollop, and Fraumeni (1987) which defines aggregate V as a simple linear sum of Vi's.

14 This differs from the treatment in Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002) which constructs aggregate inputs ignoring the industry dimension. That approach generates a reallocation term in the decomposition of aggregate MFP. Our treatment in Equation (9) is dictated by the fact that this project did not have detailed capital data by asset types. Statistics Canada provided the capital input series, K_{it}, already aggregated over asset types.

15 The P-level has a total of 123 industries. The study presented in this chapter excludes owner-occupied dwellings (P116), though they are included in the chapter by Harchaoui, Tarkhani, and Khanam in this volume. It should be noted that the data use the final IO tables up until 1997 that are constructed on an Standard Industrial Classification (SIC) basis and a set of tables for the period 1997 to 2000 that were constructed just for this project on an SIC basis (the official tables for the latter period are produced only for the new NAICS) classification system.

16 In 2000, IT investment in Canada was CAN$34 billion in current prices, representing 37 percent of the overall machinery and equipment (M&E) investment, compared to less than CAN$6 billion or 19 percent of the overall M&E investment in 1981. Similar changes occurred in the United States. In 2000, IT investment was US$424 billion in current dollars, compared to US$62 billion in 1981. Its share of the overall M&E investment increased to 39 percent in 2000 from 21 percent in 1981.

17 For instance, the fall in computer prices in European countries in the early 1990s ranged from 10 to 47 percent (Triplett, 2001, p.4).

18 To implement the match model technique, a statistical agency chooses a sample of products (models) of a type. It collects an initial period price for each of the products selected. It then collects in the second period the price for the exact same products that were selected in the initial period. The price index is computed by matching the price for the second period with initial price, observation-by-observation or "model-by-model" (for details, see Triplett). The hedonic regression technique regresses the prices of a product on a list of product characteristics that affects product quality. As an example, a list of characteristics for a computer includes speed, often measured in MIPS, and memory size, often measured in megabytes, among other technical features and specifications. The constant-quality price index is the change in price in year over year after controlling for the characteristics. Unlike the match model technique, the hedonic regression technique will use all observations from all periods, including the ones that disappeared or were newly introduced. The hedonic regression technique has become popular and gained wide acceptance in statistics agencies worldwide in estimating price indexes for IT products. Nevertheless, it has been criticized for lack of theoretical foundation, especially for its function forms, lack of transparency, and its subjectivities in selecting the quantities of characteristics.

19 These depreciation rates have been used to derive the official MFP estimates for the business sector in Canada.

20 Note, however, that the educational classification is not entirely consistent over time in both countries. The educational classification in the Labour Force Survey changed in 1990 in Canada (Gu and Maynard, 2001). A similar change also took place in the United States in the Current Population Survey in 1992 and in the Census of Population in 1990 (Jorgenson, Ho, and Stiroh, 2002).

21 To remind the reader, the tables should be read in the following manner. The gross output column shows the growth rates, the five columns of input contributions indicate the growth rates multiplied by the share weights, and the MFP column provides growth rates.

22 Output for a group is aggregated over industry outputs of the group using a translog index. Inputs are aggregated in the same fashion.

23 The bottom-up approach refers to aggregating from the industry level. This is in contrast with the top-down approach that refers to aggregation directly over commodity level with no industry dimension. Statistics Canada produces estimates using both approaches.

24 The aggregate MFP estimate of 1.1 in the second half of the 1990s for Canada was the same as the official estimate (Table 383-0001 in CANSIM). The estimate of 0.8 for the United States is similar to the estimate of *private sector* in Jorgenson, Ho, and Stiroh (2002) although that has a larger coverage. It is lower than the official estimate

of 1.3 from the U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS News Release, April 8, 2003). The BLS measure of output and capital and labour inputs is different from ours (for the BLS method, see http://www.bls.gov/news.release/prod3.tn.htm). However, as noted in the section entitled *Data and Measurement Issues*, the relative MFP growth rates in the two countries should not be used as scoreboards, given several differences in the way changes in capital services are measured in the two countries. The measures here however are useful for examining whether changes in trends are common to the two countries.

25 It is interesting to note that IT-producing and IT-using industries maintain on average larger Domar weights in the United States than in Canada, which indicates that these industries in the United States are more intermediate input intensive than in Canada. However, in Canada, non-IT industries are generally more intensive in intermediate input than in the United States.

Acknowledgments

WE WISH TO THANK DALE W. JORGENSON for his valuable guidance throughout the project. We are grateful to Renée St-Jacques for her support and encouragement, and to Michael Denny, Erwin Diewert, Pierre Duguay, Tarek Harchaoui, Alice Nakamura, and Andrew Sharpe for their useful comments and suggestions. We appreciate Joanne Fleming's help with editing the draft paper. We thank John Baldwin and his team members, at Statistics Canada, for providing office facilities and giving access to data for this project. Wulong Gu provided the labour data for Canada. The U.S. accounts were constructed with Kevin Stiroh and Jon Samuels. The views expressed are those of the authors and do not necessarily reflect those of Industry Canada.

Bibliography

Bureau of Economic Analysis (BEA). "Computer Prices in the National Income and Product Accounts." U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis (National Income and Wealth Division, Investment Branch), 2001a.

———. "National Income and Product Accounts: Second Quarter 2001 GDP (advance) and Revised Estimates for 1998 Through First Quarter 2001." U.S. Department of Commerce, July 27, 2001b.

Bureau of Labor Statistics. News Release. Washington (D.C.): U.S. Department of Labor, April 8, 2003.

Christensen, L.R., and D.W. Jorgenson. "The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-67." *Review of Income and Wealth* 4 (1969): 293-320.

Crawford, A. "Trends in Productivity Growth in Canada." *Bank of Canada Review* (Spring 2002): 19-32.

Domar, E.. "On the Measurement of Technological Change." *Economic Journal* 71 (1961): 709-729.

Doms, M., and C. Forman. "Prices for Local Area Network Equipment." Board of Governors of the Federal Reserve and Kellogg Graduate School of Management. Northwestern University, 2001. Manuscript.

Eldridge, L.P., and M.K. Sherwood. "A Perspective on the U.S.-Canada Manufacturing Productivity Gap." *Monthly Labor Review* 124 (February 2001): 31-48.

Fraumeni, B. "The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts." *Survey of Current Business*, July 1997.

Gellatly, G., M. Tanguay, and B. Yan. "An Alternative Methodology for Estimating Economic Depreciation: New Results Using a Survival Model." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin and T.M. Harchaoui. Ottawa: Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Gu, W., and M.S. Ho. "A Comparison of Industrial Productivity Growth in Canada and the United States." *American Economic Review* 90, 2 (May 2000): 172-175.

Gu, W., and J.-P. Maynard. "The Changing Composition of the Canadian Workforce, 1961-95." In *Industry-Level Productivity and International Competitiveness Between Canada and the United States*. Edited by Dale W. Jorgenson and Frank C. Lee. Ottawa: Industry Canada, 2001. Research Monograph.

Gu, W., and W. Wang. "Information Technology and Productivity Growth: Evidence from Canadian Industries." In *Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age*. Edited by Dale W. Jorgenson. 2004. Research Monograph, (Chapter 3 in this volume.)

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard, and M. Sillamaa. "The Changing Composition of the Canadian Workforce and its Impact on Productivity Growth." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin, and T.M. Harchaoui, Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui, T.M., and F.Tarkhani. "A Comprehensive Revision of the Capital Input Methodology for Statistics Canada Multifactor Productivity." In *Productivity Growth in Canada - 2002*. Edited by J.R. Baldwin and T.M. Harchaoui, Statistics Canada Catalogue No. 15-204-XPE, 2003.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, and B. Khanam. "Information Technology and Economic Growth in the Canadian and U.S. Private Economies." In *Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age*, 2004. Research Monograph, Chapter 2 in this volume.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, C. Jackson, and P. Armstrong. "Information Technology and Economic Growth in Canada and the U.S." *Monthly Labor Review* 125, 3 (October 2002).

Jackson, C. "Capitalization of Software in the National Accounts." *National Accounts*, Statistics Canada, 2001.

Jorgenson, D.W., and Z. Griliches. "The Explanation of Productivity Change." In *Postwar U.S. Economic Growth*. Edited by Dale W. Jorgenson. MIT Press, 1995, pp. 51-98.

Jorgenson, D.W., and F.C. Lee, eds. *Industry-level Productivity and International Competitiveness Between Canada and the United States*. Ottawa: Industry Canada, 2001. Research Monograph.

Jorgenson, D.W., F. Gollop, and B. Fraumeni. *Productivity and U.S. Economic Growth*. MIT Press, 1987, pp. 1-23.

Jorgenson, D.W., and K. Stiroh. "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age." *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 2000, pp. 125-235.

Jorgenson, D.W., and K.-Y. Yun. *Lifting the Burden: Tax Reform, the Cost of Capital, and U.S. Economic Growth*. MIT Press, 2001.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho, and K.J. Stiroh. "U.S. High-Tech Investment and the Pervasive Slowdown in the Growth of Capital Services." 1999. Manuscript.

——. "Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education." Harvard University, 2002. Research Paper.

Lee, F.C., and J. Tang. "Productivity Levels and International Competitiveness Between Canadian and U.S. Industries." *American Economic Review* 90, 2 (May 2000): 176-179.

McKinsey Global Institute. *U.S. Productivity Growth 1995-2000: Understanding the Contribution of Information Technology Relative to Other Factors*. Washington (D.C.), October 2001.

Oliner, S.D., and D.E. Sichel. "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?" *Journal of Economic Perspectives* 14, 4 (Fall 2000): 3-22.

Rao, S., A. Sharpe, and J. Tang. "Productivity Growth in Service Industries: A Canadian Success Story?" Paper presented at the Industry Canada Conference on Service Industries and the Knowledge-based Economy, Winnipeg, Manitoba, October 16-18, 2003.

Rao, S., and J. Tang. "The Contribution of ICTs to Productivity Growth in Canada and the United States in the 1990s." *International Productivity Monitor* 3 (Fall 2001): 3-18.

Rao, S., J. Tang, and W. Wang. "The Importance of Skills for Innovation and Productivity." *International Productivity Monitor* 4 (Spring 2002): 15-26.

Robidoux, B., and B.-S. Wong. "Has Trend Productivity Growth Increased in Canada?" *International Productivity Monitor* 6 (Spring 2003): 47-55.

Stiroh, K.J. "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?" *American Economic Review* 92, 5 (December 2002): 1559-1576.

Triplett, J. *Handbook on Quality Adjustment of Price Indexes For Information and Communication Technology Products*. Paris: OECD, 2001. DSTI/EAS/IND/SWP(2001)12.

Van Ark, B., R. Inklaar, and R.H. McGuckin. "More European than American? ICT and Productivity Growth at the Industry Level in Canada versus Europe and the U.S." *International Productivity Monitor* 6 (Spring 2003): 56-63.

Appendix A

Measuring Capital Input and Labour Input

THE CONSTRUCTION OF CAPITAL INPUT AND LABOUR INPUT is more complicated than that for gross output and intermediate inputs. Some explanation is necessary to better understand the results emerging from the present study. We first discuss capital input.

Capital Input

Using investment data, capital stock for type j asset in industry i is constructed by the use of the perpetual inventory method,

$$\text{(A1)} \qquad Z_{i,j,t} - Z_{i,j,t-1} = I_{i,j,t} - \delta_j Z_{i,j,t-1}$$

where $Z_{i,j,t}$ and $I_{i,j,t}$ are capital stock and new investment of asset type j in industry i in year t. δ_j is the depreciation rate of asset type j, reflecting the rate of decline in the efficiency of the capital stock. It is assumed that the depreciation rate of an asset is constant over time and identical for all industries.

Capital stocks of different assets are then aggregated into capital input, which accounts for difference in quality or marginal productivity of those assets. To study the relative importance of IT capital and non-IT capital, this paper divides assets into two groups. The IT group includes computer hardware, software, and communication equipment, while the non-IT group includes other machinery and equipment, structures, inventories, and land.

To quantify the impact of substitution among different types of capital input under the current framework, capital input or service for each asset type is assumed to be proportional to the capital stock, that is, capital service for each asset is the same at all points of time. Under this assumption, the quantity index of IT capital input is defined as a translog aggregate of the different types of IT capital stocks

$$\text{(A2)} \qquad \Delta \ln K_i^{IT} = \sum_{j \in IT} \overline{v}_{K,i,j} \Delta \ln Z_{i,j}$$

where $\overline{v}_{IT,i,m}$ is the two-period average capital income share of type m IT asset in total IT capital income, and $\sum_{m \in IT} \overline{v}_{IT,i,m} = 1$.

Similarly, the quantity index of non-IT capital input is defined as a translog aggregate of the different types of non-IT capital stocks

$$\text{(A3)} \qquad \Delta \ln K_i^{NIT} = \sum_{m \in NIT} \overline{v}_{NIT,i,m} \Delta \ln Z_{i,m},$$

where $\overline{v}_{NIT,i,m}$ is the two-period average capital income share of type m non-IT asset in total non-IT capital income, and $\sum_{m \in NIT} \overline{v}_{NIT,i,m} = 1$.

The capital income for each asset is estimated by multiplying its rental price by its capital stock. The rental prices are estimated based on the widely used capital user cost formula, originally developed by Christensen and Jorgenson (1969), and recently used by Jorgenson and Stiroh (2000) and Jorgenson and Yun (2001). The user cost for a specific asset in each industry accounts for investment tax credits, capital consumption allowances, the statutory tax rate, property taxes, debt/equity financing, and personal taxes. It is estimated by assuming that the ex-post actual rate of return on each asset is equal across all assets in each industry. For details of the tax parameters and estimation, see Jorgenson and Yun (2001), and Jorgenson, Ho and Stiroh (2002) for the United States, and Harchaoui and Tarkhani (2003) for Canada.

Labour Input

The methodology for estimating labour inputs used in the present study was introduced by Jorgenson and Griliches (1995), and has been widely used in the study of sources of economic or productivity growth.

To capture the impact of labour with different education on labour productivity growth in the present study, the total labour input is divided into university labour and non-university labour inputs. To quantify the impact of substitution among different types of labour input under the current framework, labour input or service for each type is assumed to be proportional to the hours worked, that is, labour service for each type is the same at all points of time. Under this assumption, labour inputs are estimated on the basis of hours worked and labour

compensation for each type of worker. The quantity index of university labour input is defined as a translog aggregate of the different types of hours worked

$$\text{(A4)} \qquad \Delta \ln L_t^{BA} = \sum_{m \in BA} \bar{v}_{BA,t,m} \Delta \ln H_{t,m},$$

where $\bar{v}_{BA,t,m}$ is the two-period average labour compensation share of type m hours worked with university degree in total labour compensation for all hours worked by workers with university education, and $\sum_{m \in BA} \bar{v}_{BA,t,m} = 1$.

Similarly, the quantity index of non-university labour input is defined as a translog aggregate of the different types of non-university hours worked

$$\text{(A5)} \qquad \Delta \ln L_t^{NBA} = \sum_{m \in NBA} \bar{v}_{NBA,t,m} \Delta \ln H_{t,m},$$

where $\bar{v}_{NBA,t,m}$ is the two-period average labour compensation share of type m non-university hours worked in total labour compensation for all hours worked by workers without university education, and $\sum_{m \in NBA} \bar{v}_{NBA,t,m} = 1$.

Appendix B

Current Practices in Estimating IT Price Indexes in Canada and the United States

MANY PEOPLE HAVE QUESTIONED PRODUCTIVITY NUMBERS related to information technologies. In particular, their perception is that U.S. IT data incorporates more drastic decline in IT prices than the corresponding Canadian data. Consequently, Canada will show relatively lower output and productivity growth in IT-producing industries and higher output and productivity growth in IT-using services. Therefore, it is important to document the methodology used in Canada and the United States. In this appendix, we describe the methodologies used by statistical agencies in Canada and the United States in estimating the prices for computers, telecommunication equipment, and software. We show that the methods used by Canada and the United States for developing the IT price indexes are fairly similar.

The database developed by Jorgenson and his research team for productivity analysis is mainly based on data from the U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). Thus, our discussion for the United States will be centered on the methodologies used by the BEA. Table B1 summarizes techniques used in estimating the prices of IT products in the two countries.

Table B1

Methods of Estimating IT Price Indexes in Canada and the United States

IT Products	Countries	Methods
Computers	United States	Mixed hedonic regression and match model; Fisher chained
	Canada	Mixed hedonic regression and match model; Fisher chained
Communication Equipment	United States	Mixed hedonic regression and match model; Fisher chained
	Canada	Match model technique; Fisher chained
Software	United States	Mixed hedonic regression and match model; Fisher chained
	Canada	BEA methodology; Fisher chained

Computers

United States

Computers and peripheral equipment include mainframes, PC's, storage devices, displays, and peripheral equipment, and others. BEA's computer price indexes reflect four types of detailed quality adjusted computer price indexes: 1) the BEA composite price index, 2) the BEA chained match-model price index, 3) the BEA regression price index, and 4) the BLS price index (BEA, 2001a).

- The BEA composite price indexes are used for most components of the computers and peripheral equipment price index for the period 1972-92. The composite index uses both observed prices and prices imputed from a regression equation to construct a price index. The composite price index combines the strengths of the match-model and hedonic methods. The regression equation or hedonic function, is used to estimate prices of characteristics (speed, memory, etc.).

- The BEA chained match-model price indexes are used for constructing the price indexes for PC's in select time periods, beginning with 1982.

- The BEA regression price index is used for estimating the price index for tape drives for the period of 1972-83. The regression index is formed from the coefficients for the year dummies in a hedonic function that relates prices paid for tape drives to quality characteristics such as speed and memory size.

- BLS price indexes, including producer price indexes (PPI), international price indexes (IPI), and consumer price indexes (CPI) are generally reflected in the NIPA computers and peripheral equipment price indexes as they become available. For components of the NIPA computers and peripheral equipment price index that are estimated from multiple PPI's, the Fisher chain-type formula is used to combine the more detailed PPI's. Other components are estimated directly from the BLS PPI or IPI.

Canada[1]

- The Canadian price index incorporates some prices from the U.S. series, as well as some from Canada. From 1981 onward, Canada has used a weighted average of the BEA series for computers, direct access storage drives, printers, and displays, using weights based on Canadian production levels.

- The BEA tape drive index was not used because the output of this product is small in Canada.

- The BEA series were incorporated into the Canadian price index through 1992, at which point, price indexes for microcomputers and printers were based on prices collected in Canada and adjusted with a hedonic procedure. The BEA series were adjusted for exchange rate variations in order to express the indexes in terms of Canadian prices.

Telecommunication Equipment

United States

Telecommunication equipment includes LAN equipment such as routers, switches, LAN cards, hubs, and others.

The BEA price index for telecommunication equipment is based on the estimate from the Federal Reserve Board (FRB) (BEA, 2001b). The FRB estimate is based on a mixed hedonic regression and match model techniques (Doms and Forman, 2001). Hedonic regressions were used to estimate price changes for the two largest classes of LAN equipment, routers and switches. A match model was used for LAN cards and the prices for hubs were inferred by using an economic relationship to switches.

[1] For details, see Eldridge and Sherwood (2001).

Canada

Telephone Switching Equipment

Canada produces a price series for telephone switching equipment based upon purchased prices collected from Canadian telephone companies. The match model is used.

Semiconductors

Canada does not collect prices for semiconductors, but rather uses BLS price indexes for several products within the semiconductor industry to proxy deflators for integrated circuits and semiconductors and parts. The BLS producer price indexes for semiconductors are constructed using a match model technique. The producer price indexes are adjusted by Statistics Canada for exchange rate variations.

Software

Software is further disaggregated into three asset types: pre-packed, custom-design and owner-account. The price indexes are different for different software.

United States

The BEA price index for pre-packaged software has several parts: the BEA price index for computers and peripherals in private fixed investment (1981-84); an average of the BEA hedonic price index and a match-model price index for spreadsheets and word-processors (1985-93); the BEA match-model price index (bias-corrected) for selected pre-packaged software (1994-97); and the U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS) producer price index (bias corrected) for pre-packaged application software (1988 onwards).

Canada

The Canadian price index for pre-packaged software is an adjusted BEA price index (Jackson, 2001). The adjusted BEA price index is an average of the BEA price index, weighted by the domestic share of supply to the domestic market, and an exchange-rate adjusted BEA price index, weighted by the import share of supply to the domestic market. For the exchange-rate adjusted BEA price index,

it is assumed that exchange rate fluctuations are fully passed through to the domestic price of imported software.

The BEA price index for own-account software is a reflection of increase in the median price of a business employee in the U.S. economy, including the cost of salary, and all additional compensations and overhead (McKinsey Global Institute, 2001).[2]

The Canadian price index for own-account software is also estimated based on the wage bill for computer programmers and system analysts. It is a fixed-weighted average of an index of the average hourly earnings for programmers and system analysts and an index of the costs of non-labour inputs to the computer services industry. The weights are fixed to about two-thirds and one-third, respectively.

For both the BEA and Canada, the price index for custom-design software is derived as a weighted average of the changes in the price indexes for pre-packaged software and own-account software. The weights are fixed to one quarter and three quarters, respectively.

IT Price Indexes in Canada and the United States

In this section, we present the price indexes of IT products used by Statistics Canada and the BEA. It should be noted that the price difference between the two countries reflects not only the difference in methods but also the difference in the product mix.

Table B2 shows annual changes in the prices of computers, telecommunication equipment, and software in Canada and the United States. These prices are implicit price deflators for business investment in these IT equipment and software.

---

2 Implicitly, it assumes that there is no productivity gain for persons who engage in the software development.

Table B2

Average Annual Change in IT Prices in Canada and the United States
(Percent)

	Computers		Communication Equipment		Software	
	Canada	United States	Canada	United States	Canada	United States
1981-88	-17.70	-13.38	3.91	2.67	-1.23	0.88
1988-95	-14.58	-12.15	-2.45	-0.39	-4.58	-1.54
1995-2000	-18.29	-25.23	-1.39	-2.96	-1.12	-0.86
1981-2000	-16.71	-16.04	0.17	0.06	-2.44	-0.47

For the 1981-2000 period, the prices of computers and telecommunication equipment show similar changes in Canada and the United States while the price of software shows faster decline in Canada than in the United States. For both countries, the prices of computers declined at about 16 percent per year over the 1981-2000 period and the price of telecommunication equipment was virtually unchanged. For software, the price declined at an annual rate of 2.4 percent in Canada, compared to 0.5 percent in the United States. However, the price decline for computers in Canada was slower than in the United States in the second half of the 1990s. The difference was partly due to the depreciation of the Canadian dollar relative to the U.S. dollar.

Industry Canada Research Publications

INDUSTRY CANADA WORKING PAPER SERIES

No. 1 **Economic Integration in North America: Trends in Foreign Direct Investment and the Top 1,000 Firms**, Micro-Economic Policy Analysis staff including John Knubley, Marc Legault, and P. Someshwar Rao, Industry Canada, 1994.

No. 2 **Canadian-Based Multinationals: An Analysis of Activities and Performance**, Micro-Economic Policy Analysis staff including P. Someshwar Rao, Marc Legault, and Ashfaq Ahmad, Industry Canada, 1994.

No. 3 **International R&D Spillovers Between Industries in Canada and the United States**, Jeffrey I. Bernstein, Carleton University and National Bureau of Economic Research, under contract with Industry Canada, 1994.

No. 4 **The Economic Impact of Mergers and Acquisitions on Corporations**, Gilles Mcdougall, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1995.

No. 5 **Steppin' Out: An Analysis of Recent Graduates Into the Labour Market**, Ross Finnie, School of Public Administration, Carleton University, and Statistics Canada, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 6 **Measuring the Compliance Cost of Tax Expenditures: The Case of Research and Development Incentives**, Sally Gunz and Alan Macnaughton, University of Waterloo, and Karen Wensley, Ernst & Young, Toronto, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 7 **Governance Structure, Corporate Decision-Making and Firm Performance in North America**, P. Someshwar Rao and Clifton R. Lee-Sing, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1996.

No. 8 **Foreign Direct Investment and APEC Economic Integration**, Ashfaq Ahmad, P. Someshwar Rao, and Colleen Barnes, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1996.

No. 9 **World Mandate Strategies for Canadian Subsidiaries**, Julian Birkinshaw, Institute of International Business, Stockholm School of Economics, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 10 **R&D Productivity Growth in Canadian Communications Equipment and Manufacturing**, Jeffrey I. Bernstein, Carleton University and National Bureau of Economic Research, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 11 **Long-Run Perspective on Canadian Regional Convergence**, Serge Coulombe, Department of Economics, University of Ottawa, and Frank C. Lee, Industry Canada, 1996.

No. 12 **Implications of Technology and Imports on Employment and Wages in Canada**, Frank C. Lee, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1996.

No. 13 **The Development of Strategic Alliances in Canadian Industries: A Micro Analysis**, Sunder Magun, Applied International Economics, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 14 **Employment Performance in the Knowledge-Based Economy**, Surendra Gera, Industry Canada, and Philippe Massé, Human Resources Development Canada, 1996.

No. 15 **The Knowledge-Based Economy: Shifts in Industrial Output**, Surendra Gera, Industry Canada, and Kurt Mang, Department of Finance, 1997.

No. 16 **Business Strategies of SMEs and Large Firms in Canada**, Gilles Mcdougall and David Swimmer, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1997.

No. 17 **Impact of China's Trade and Foreign Investment Reforms on the World Economy**, Winnie Lam, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1997.

No. 18 **Regional Disparities in Canada: Characterization, Trends and Lessons for Economic Policy**, Serge Coulombe, Department of Economics, University of Ottawa, under contract with Industry Canada, 1997.

No. 19 **Inter-Industry and U.S. R&D Spillovers, Canadian Industrial Production and Productivity Growth**, Jeffrey I. Bernstein, Carleton University and National Bureau of Economic Research, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 20 **Information Technology and Labour Productivity Growth: An Empirical Analysis for Canada and the United States**, Surendra Gera, Wulong Gu, and Frank C. Lee, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1998.

No. 21 **Capital-Embodied Technical Change and the Productivity Growth Slowdown in Canada**, Surendra Gera, Wulong Gu, and Frank C. Lee, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1998.

No. 23 **Restructuring in Canadian Industries: A Micro Analysis**, Sunder Magun, Applied International Economics, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 24 **Canadian Government Policies Toward Inward Foreign Direct Investment**, Steven Globerman, Simon Fraser University and Western Washington University, and Daniel Shapiro, Simon Fraser University, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 25 **A Structuralist Assessment of Technology Policies – Taking Schumpeter Seriously on Policy**, Richard G. Lipsey and Kenneth Carlaw, Simon Fraser University, with a contribution by Davit D. Akman, research associate, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 26 **Intrafirm Trade of Canadian-Based Foreign Transnational Companies**, Richard A. Cameron, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1998.

No. 27 **Recent Jumps in Patenting Activities: Comparative Innovative Performance of Major Industrial Countries, Patterns and Explanations**, Mohammed Rafiquzzaman and Lori Whewell, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1998.

No. 28 **Technology and the Demand for Skills: An Industry-Level Analysis**, Surendra Gera and Wulong Gu, Industry Canada, and Zhengxi Lin, Statistics Canada, 1999.

No. 29 **The Productivity Gap Between Canadian and U.S. Firms**, Frank C. Lee and Jianmin Tang, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1999.

No. 30 **Foreign Direct Investment and Productivity Growth: The Canadian Host-Country Experience**, Surendra Gera, Wulong Gu and Frank C. Lee, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1999.

No. 31 **Are Canadian-Controlled Manufacturing Firms Less Productive than their Foreign-Controlled Counterparts?** Someshwar Rao and Jianmin Tang, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 2000.

No. 32 **The Canada-U.S. Productivity Growth Paradox**, Serge Coulombe, Department of Economics, University of Ottawa, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 33 **R&D Propensity and Productivity Performance of Foreign-Controlled Firms in Canada**, Jianmin Tang and Someshwar Rao, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 2001.

No. 34 **Sectoral Impacts of Kyoto Compliance**, Randall Wigle, Wilfrid Laurier University, under contract with Industry Canada, 2001.

No. 35 **Economic Impact of Carbon Abatement Policies and Market Structure: A Dynamic General Equilibrium Analysis with Imperfect Competition,** Yazid Dissou, Carolyn Mac Leod and Mokhtar Souissi, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 2002.

No. 36 **Foreign Direct Investment and Domestic Capital Formation**, Walid Hejazi and Peter Pauly, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 2002.

No. 37 **National Political Infrastructure and Foreign Direct Investment,** Steven Globerman, Western Washington University, and Daniel Shapiro, Simon Fraser University, under contract with Industry Canada, 2002.

No. 38 **The Link Between Innovation and Productivity in Canadian Manufacturing Industries**, Wulong Gu, Statistics Canada, and Jianmin Tang, Industry Canada, 2003.

No. 39 **Competition Perceptions and Innovation Activities: An Empirical Study of Canadian Manufacturing Firms**, Jianmin Tang, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 2003.

No. 40 **International Trade, Interprovincial Trade, and Canadian Provincial Growth**, Serge Coulombe, Department of Economics, University of Ottawa, under contract with Industry Canada, 2003.

INDUSTRY CANADA DISCUSSION PAPER SERIES

No. 1 **Multinationals as Agents of Change: Setting a New Canadian Policy on Foreign Direct Investment**, Lorraine Eden, Carleton University, under contract with Industry Canada, 1994.

No. 2 **Technological Change and International Economic Institutions**, Sylvia Ostry, Centre for International Studies, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 3 **Canadian Corporate Governance: Policy Options**, Ronald. J. Daniels, Faculty of Law, University of Toronto, and Randall Morck, Faculty of Business, University of Alberta, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 4 **Foreign Direct Investment and Market Framework Policies: Reducing Frictions in APEC Policies on Competition and Intellectual Property**, Ronald Hirshhorn, under contract with Industry Canada, 1996.

No. 5 **Industry Canada's Foreign Investment Research: Messages and Policy Implications**, Ronald Hirshhorn, under contract with Industry Canada, 1997.

No. 6 **International Market Contestability and the New Issues at the World Trade Organization**, Edward M. Graham, Institute for International Economics, Washington (D.C.), under contract with Industry Canada, 1998.

No. 7 **Implications of Foreign Ownership Restrictions for the Canadian Economy - A Sectoral Analysis**, Steven Globerman, Western Washington University, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 8 **Determinants of Canadian Productivity Growth: Issues and Prospects**, Richard G. Harris, Simon Fraser University and Canadian Institute for Advanced Research, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 9 **Is Canada Missing the "Technology Boat"? Evidence from Patent Data**, Manuel Trajtenberg, Tel Aviv University, National Bureau of Economic Research and Canadian Institute for Advanced Research, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 10 **North American Economic Integration: Issues and Research Agenda**, Richard G. Harris, Simon Fraser University, under contract with Industry Canada, 2001.

No. 11 **Social Policy and Productivity Growth: What are the Linkages?** Richard G. Harris, Simon Fraser University, under contract with Industry Canada, 2002.

No. 12 **The Irish Economic Boom: Facts, Causes, and Lessons**, Pierre Fortin, Université du Québec à Montréal and Canadian Institute for Advanced Research, under contract with Industry Canada, 2002.

No. 13 **Services in the New Economy: Research Issues**, Brian R. Copeland, University of British Columbia, under contract with Industry Canada, 2003.

No. 14 **Making Canada the Destination of Choice for Internationally Mobile Resources**, Keith Head and John Ries, Uiversity of British Columbia, under contract with Industry Canada, 2004.

INDUSTRY CANADA OCCASIONAL PAPER SERIES

No. 1 **Formal and Informal Investment Barriers in the G-7 Countries: The Country Chapters**, Micro-Economic Policy Analysis staff including Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes, John Knubley, Rosemary D. MacDonald, and Christopher Wilkie, Industry Canada, 1994.

Formal and Informal Investment Barriers in the G-7 Countries: Summary and Conclusions, Micro-Economic Policy Analysis staff including Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes, and John Knubley, Industry Canada, 1994.

No. 2 **Business Development Initiatives of Multinational Subsidiaries in Canada**, Julian Birkinshaw, University of Western Ontario, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 3 **The Role of R&D Consortia in Technology Development**, Vinod Kumar, Research Centre for Technology Management, Carleton University, and Sunder Magun, Centre for Trade Policy and Law, University of Ottawa and Carleton University, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 4 **Gender Tracking in University Programs**, Sid Gilbert, University of Guelph, and Alan Pomfret, King's College, University of Western Ontario, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 5 **Competitiveness: Concepts and Measures**, Donald G. McFetridge, Department of Economics, Carleton University, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 6 **Institutional Aspects of R&D Tax Incentives: The SR&ED Tax Credit**, G. Bruce Doern, School of Public Administration, Carleton University, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 7 **Competition Policy as a Dimension of Economic Policy: A Comparative Perspective**, Robert D. Anderson and S. Dev Khosla, Economics and International Affairs Branch, Bureau of Competition Policy, Industry Canada, 1995.

No. 8 **Mechanisms and Practices for the Assessment of the Social and Cultural Implications of Science and Technology**, Liora Salter, Osgoode Hall Law School, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 9 **Science and Technology: Perspectives for Public Policy**, Donald G. McFetridge, Department of Economics, Carleton University, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 10 **Endogenous Innovation and Growth: Implications for Canada**, Pierre Fortin, Université du Québec à Montréal and Canadian Institute for Advanced Research, and Elhanan Helpman, Tel Aviv University and Canadian Institute for Advanced Research, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 11 **The University-Industry Relationship in Science and Technology**, Jérôme Doutriaux, University of Ottawa, and Margaret Barker, Meg Barker Consulting, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 12 **Technology and the Economy: A Review of Some Critical Relationships**, Michael Gibbons, University of Sussex, under contract with Industry Canada, 1995.

No. 13 **Management Skills Development in Canada**, Keith Newton, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1995.

No. 14 **The Human Factor in Firm's Performance: Management Strategies for Productivity and Competitiveness in the Knowledge-Based Economy**, Keith Newton, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1996.

No. 15 **Payroll Taxation and Employment: A Literature Survey**, Joni Baran, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1996.

No. 16 **Sustainable Development: Concepts, Measures, Market and Policy Failures at the Open Economy, Industry and Firm Levels**, Philippe Crabbé, Institute for Research on the Environment and Economy, University of Ottawa, under contract with Industry Canada, 1997.

No. 17 **Measuring Sustainable Development: A Review of Current Practice**, Peter Hardi and Stephan Barg, with Tony Hodge and Laszlo Pinter, International Institute for Sustainable Development, under contract with Industry Canada, 1997.

No. 18 **Reducing Regulatory Barriers to Trade: Lessons for Canada from the European Experience**, Ramesh Chaitoo and Michael Hart, Centre for Trade Policy and Law, Carleton University, under contract with Industry Canada, 1997.

No. 19 **Analysis of International Trade Dispute Settlement Mechanisms and Implications for Canada's Agreement on Internal Trade**, E. Wayne Clendenning and Robert J. Clendenning, E. Wayne Clendenning & Associates Inc., under contract with Industry Canada, 1997.

No. 20 **Aboriginal Businesses: Characteristics and Strategies for Growth**, David Caldwell and Pamela Hunt, Management Consulting Centre, under contract with Aboriginal Business Canada, Industry Canada, 1998.

No. 21 **University Research and the Commercialization of Intellectual Property in Canada**, Wulong Gu and Lori Whewell, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 1999.

No. 22 **A Regional Perspective on the Canada-U.S. Standard of Living Comparison**, Raynald Létourneau and Martine Lajoie, Micro-Economic Policy Analysis, Industry Canada, 2000.

No. 23 **Linkages Between Technological Change and Productivity Growth**, Steven Globerman, Western Washington University, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 24 **Investment and Productivity Growth – A Survey From the Neoclassical and New Growth Perspectives**, Kevin J. Stiroh, Federal Reserve Bank of New York, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 25 **The Economic Determinants of Innovation**, Randall Morck, University of Alberta, and Bernard Yeung, New York University, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 26 **SMEs, Exports and Job Creation: A Firm-Level Analysis**, Élisabeth Lefebvre and Louis A. Lefebvre, CIRANO and École Polytechnique de Montréal, under contract with Industry Canada, 2000.

No. 27 **The Location of Higher Value-Added Activities**, Steven Globerman, Western Washington University, under contract with Industry Canada, 2001.

CANADA IN THE 21ST CENTURY SERIES

No. 1 **Global Trends: 1980-2015 and Beyond**, J. Bradford DeLong, University of California, Berkeley, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 2 **Broad Liberalization Based on Fundamentals: A Framework for Canadian Commercial Policy**, Randall Wigle, Wilfrid Laurier University, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 3 **North American Economic Integration: 25 Years Backward and Forward**, Gary C. Hufbauer and Jeffrey J. Schott, Institute for International Economics, Washington (D.C.), under contract with Industry Canada, 1998.

No. 4 **Demographic Trends in Canada, 1996-2006: Implications for the Public and Private Sectors**, David K. Foot, Richard A. Loreto, and Thomas W. McCormack, Madison Avenue Demographics Group, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 5 **Capital Investment Challenges in Canada**, Ronald P.M. Giammarino, University of British Columbia, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 6 **Looking to the 21st Century – Infrastructure Investments for Economic Growth and for the Welfare and Well-Being of Canadians**, Christian DeBresson, Université du Québec à Montréal, and Stéphanie Barker, Université de Montréal, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 7 **The Implications of Technological Change for Human Resource Policy**, Julian R. Betts, University of California, San Diego, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 8 **Economics and the Environment: The Recent Canadian Experience and Prospects for the Future**, Brian R. Copeland, University of British Columbia, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 9 **Individual Responses to Changes in the Canadian Labour Market**, Paul Beaudry and David A. Green, University of British Columbia, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 10 **The Corporate Response – Innovation in the Information Age**, Randall Morck, University of Alberta, and Bernard Yeung, University of Michigan, under contract with Industry Canada, 1998.

No. 11 **Institutions and Growth: Framework Policy as a Tool of Competitive Advantage for Canada**, Ronald J. Daniels, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1998.

PERSPECTIVES ON NORTH AMERICAN FREE TRADE SERIES

No. 1 **Can Small-Country Manufacturing Survive Trade Liberalization? Evidence from the Canada-U.S. Free Trade Agreement**, Keith Head and John Ries, University of British Columbia, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 2 **Modelling Links Between Canadian Trade and Foreign Direct Investment**, Walid Hejazi and A. Edward Safarian, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 3 **Trade Liberalisation and the Migration of Skilled Workers**, Steven Globerman, Western Washington University and Simon Fraser University, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 4 **The Changing Industry and Skill Mix of Canada's International Trade**, Peter Dungan and Steve Murphy, Institute for Policy Analysis, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1999.

No. 5 **Effects of the Canada-United States Free Trade Agreement on Interprovincial Trade**, John F. Helliwell, University of British Columbia, Frank C. Lee, Industry Canada, and Hans Messinger, Statistics Canada, 1999.

No. 6 **The Long and Short of the Canada-U.S. Free Trade Agreement**, Daniel Trefler, University of Toronto, under contract with Industry Canada, 1999.

MONOGRAPH

Industry-Level Productivity and International Competitiveness Between Canada and the United States, edited by Dale W. Jorgenson, Harvard University, and Frank C. Lee, Industry Canada, 2001.

Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age, edited by Dale W. Jorgenson, Harvard University, 2004.

RESEARCH VOLUME SERIES

No. 1 **Foreign Investment, Technology and Economic Growth**, Donald G. McFetridge ed., University of Calgary Press, 1991.

No. 2 **Corporate Globalization Through Mergers and Acquisitions**, L. Waverman ed., University of Calgary Press, 1991.

No. 3 **Multinationals in North America**, Lorraine Eden ed., University of Calgary Press, 1994.

No. 4 **Canadian-Based Multinationals**, Steven Globerman ed., University of Calgary Press, 1994.

No. 5 **Corporate Decision-Making in Canada**, Ronald J. Daniels and Randall Morck eds., University of Calgary Press, 1995.

No. 6 **Implications of Knowledge-Based Growth for Micro-Economic Policies**, Peter Howitt ed., University of Calgary Press, 1996.

No. 7 **The Asia Pacific Region in the Global Economy: A Canadian Perspective**, Richard G. Harris ed., University of Calgary Press, 1996.

No. 8 **Financing Growth in Canada**, Paul J.N. Halpern ed., University of Calgary Press, 1997.

No. 9 **Competition Policy and Intellectual Property Rights in the Knowledge-Based Economy**, Robert D. Anderson and Nancy T. Gallini eds., University of Calgary Press, 1998.

No. 10 **Productivity Issues in Canada**, Someshwar Rao and Andrew Sharpe eds., University of Calgary Press, 2002.

No. 11 **North American Linkages: Opportunities and Challenges for Canada**, Richard G. Harris ed., University of Calgary Press, 2003.

JOINT PUBLICATIONS

Capital Budgeting in the Public Sector, in collaboration with the John Deutsch Institute, Jack Mintz and Ross S. Preston eds., 1994.

Infrastructure and Competitiveness, in collaboration with the John Deutsch Institute, Jack Mintz and Ross S. Preston eds., 1994.

Getting the Green Light: Environmental Regulation and Investment in Canada, in collaboration with the C.D. Howe Institute, Jamie Benidickson, G. Bruce Doern, and Nancy Olewiler, 1994.

To obtain copies of documents published under Industry Canada's Research Publications Program, please contact:

Publications Officer
Micro-Economic Policy Analysis
Industry Canada
10th Floor, East Tower
235 Queen Street
Ottawa, Ontario, K1A 0H5

Tel.: (613) 952-5704; Fax: (613) 991-1261; E-mail: mepa.apme@ic.gc.ca

Programme des publications
de recherche d'Industrie Canada

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :
DALE W. JORGENSON

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

Monographie de recherche
d'Industrie Canada

Canada

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

Programme des publications de recherche d'Industrie Canada

Le Programme des publications de recherche d'Industrie Canada fournit une tribune pour l'analyse des grands défis micro-économiques auxquels est confrontée l'économie canadienne et favorise un débat public éclairé sur les grandes questions d'actualité. Sous l'égide de la Direction générale de l'analyse de la politique micro-économique, la collection des documents de recherche, qui s'inscrit dans le cadre de ce programme, englobe des documents de travail analytiques révisés par des pairs et des documents de discussion rédigés par des spécialistes qui portent sur des questions micro-économiques d'importance primordiale.

Les opinions exprimées dans ces documents de recherche ne reflètent pas nécessairement le point de vue d'Industrie Canada ou celui du gouvernement fédéral.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : DALE W. JORGENSON

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

Monographie de recherche d'Industrie Canada

Données de catalogage avant publication de la Bibliothèque nationale du Canada

Vedette principale au titre :

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

"Monographie de recherche d'Industrie Canada"
Texte en anglais et en français disposé tête-bêche.
Titre de la p. de t. addit. : Economic growth in Canada and the United States in the information age.
Comprend des références bibliographiques.
Publié aussi sur l'Internet.
ISBN 0-662-67986-5
No de cat. C21-26/2-2004

1. Productivité - Canada.
2. Productivité - États-Unis.
3. Technologie de l'information - Aspect économique - Canada.
4. Technologie de l'information - Aspect économique - États-Unis.
5. Canada - Conditions économiques - 1971-1991.
6. Canada - Conditions économiques - 1991- .
7. États-Unis - Conditions économiques - 1981-2001.
I. Jorgenson, Dale Weldeau, 1933- .
II. Canada. Industrie Canada.

HC79.I52E32 2004 338.4'56'0971 C2004-980059-0F

Vous trouverez, à la fin du présent ouvrage, des renseignements sur les documents publiés dans le cadre du Programme des publications de recherche et sur la façon d'en obtenir des exemplaires. Les sommaires des documents de recherche, ainsi que le texte intégral des cahiers de recherche publiés dans les diverses collections d'Industrie Canada et de *MICRO*, notre bulletin semestriel, peuvent être consultés sur *Strategis*, le service d'information commerciale en direct du Ministère, à l'adresse http://strategis.gc.ca.

Prière d'adresser tout commentaire à :

Someshwar Rao
Directeur
Analyse des investissements stratégiques
Analyse de la politique micro-économique
Industrie Canada
10e étage, tour Est
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Tél. : (613) 941-8187; téléc. : (613) 991-1261; courriel : rao.someshwar@ic.gc.ca

Table des matières

COLLABORATEURS *i*

AVANT-PROPOS *iii*

1. INTRODUCTION *1*

   Dale W. Jorgenson

2. TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION ET CROISSANCE DE L'ÉCONOMIE DU SECTEUR PRIVÉ AU CANADA ET AUX ÉTATS-UNIS *7*

   Tarek M. Harchaoui, Faouzi Tarkhani et Bilkis Khanam

   - Sommaire *7*
   - Introduction *7*
   - Le cadre comptable élargi *12*
     - *Définition 12*
     - *La frontière des possibilités de production 13*
     - *Données 15*
   - Mesurer le regain de vitalité de la croissance *30*
     - *Les contributions des technologies de l'information 30*
     - *Sources de la croissance économique 38*
     - *Sources de la croissance de la productivité du travail 44*
   - Sources sectorielles de croissance de la productivité *46*
     - *But 46*
     - *Méthodologie et sources de données 47*
     - *Résultats empiriques 49*
   - Conclusion *54*
   - Notes *57*
   - Remerciements *58*
   - Bibliographie *59*

3. TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION ET CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ : DONNÉES RECUEILLIES AUPRÈS DES INDUSTRIES CANADIENNES 63

Wulong Gu et Weimin Wang

Résumé *63*
Introduction *63*
Sources des données *66*
Croissance de la production et de la productivité dans le secteur des entreprises *67*
La reprise de la croissance de la productivité est-elle liée aux TI? *71*
L'accélération de la productivité est-elle généralisée? 72
Agrégation des industries 74
Liens entre les TI et la reprise de la productivité dans les différentes industries 77
Vérification de la robustesse des résultats 80
Rôle du capital humain et de la perméabilité aux échanges en ce qui a trait à la croissance de la productivité *84*
Conclusion *86*
Notes *88*
Remerciements *89*
Bibliographie *89*
Appendice *92*

4. SOURCES DE LA CROISSANCE DE LA PRODUCTION DANS CERTAINES INDUSTRIES AU CANADA ET AUX ÉTATS-UNIS À L'ÈRE DE L'INFORMATION 93

Mun S. Ho, Someshwar Rao et Jianmin Tang

Résumé *93*
Introduction *93*
Cadre empirique *99*
Analyse des industries 99
Contribution des diverses industries à la croissance de la productivité agrégée 101

Problèmes liés aux données et mesures *105*
Intrant capital *106*
Intrant travail *109*
Résultats de la comptabilité de la croissance *111*
Sources de la croissance économique au niveau des industries *111*
Sources de la croissance de la productivité du travail au niveau des industries *126*
Croissance agrégée et contributions sectorielles *140*
Conclusion *162*
Notes *163*
Remerciements *167*
Bibliographie *168*
Appendice A *171*
Appendice B *174*

PUBLICATIONS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA *181*

Collaborateurs

Wulong Gu
Statistique Canada

Tarek M. Harchaoui
Statistique Canada

Mun S. Ho
Resources for the Future

Dale W. Jorgenson
Université Harvard

Bilkis Khanam
Industrie Canada

Someshwar Rao
Industrie Canada

Jianmin Tang
Industrie Canada

Faouzi Tarkhani
Statistique Canada

Weimin Wang
Industrie Canada

Avant-propos

DANS LES TROIS ÉTUDES QUI COMPOSENT CETTE MONOGRAPHIE, les auteurs se sont servis de différents concepts et de différentes méthodes pour mesurer la contribution des technologies de l'information à la croissance économique et à la productivité au Canada et aux États-Unis. Toutefois, les données sous-jacentes utilisées sont conformes aux normes internationales recommandées par l'Organisation de coopération et de développement économiques. Harchaoui, Tarkhani et Khanam ont opté pour une méthode globale fondée sur les données des comptes nationaux (demande finale, produit intérieur brut), alors que Ho, Rao et Tang ont préféré une démarche ascendante et que Gu et Wang ont opté pour une démarche économétrique. Les auteurs de ces deux dernières études se sont servis de données industrielles provenant de la base de données KLEMS (capital, main-d'œuvre, énergie, matériaux et services). Malgré les méthodes différentes, les conclusions des auteurs des trois études sont relativement semblables.

La monographie est le fruit des efforts concertés d'Industrie Canada, de Statistique Canada et de l'Université Harvard. Au sein d'Industrie Canada, le Secteur de la politique, le Secteur de l'industrie et le Secteur du spectre, des technologies de l'information et des télécommunications ont collaboré à ce projet. Les conclusions formulées dans la monographie représentent l'opinion des auteurs, pas nécessairement celle d'Industrie Canada, de Statistique Canada ou des établissements auxquels les auteurs sont associés.

Introduction

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

1

Dale W. Jorgenson

L'ÉCONOMIE AMÉRICAINE A CONNU, depuis le milieu des années 1990, un redressement étonnant caractérisé par une croissance accélérée de la production, de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs. Jorgenson (2002) a montré que les technologies de l'information ont été l'un des principaux moteurs de la reprise économique aux États-Unis. Au Canada également, les résultats économiques se sont améliorés de façon spectaculaire vers la fin des années 1990. Cependant, il existe des différences notables entre les économies canadienne et américaine, surtout pour ce qui est de l'importance relative des secteurs d'activité qui produisent le matériel et les logiciels liés aux technologies de l'information (TI).

Le présent volume a pour objet de comparer et d'analyser les sources de croissance économique au Canada et aux États-Unis au cours des deux dernières décennies. Il s'agit de la poursuite du programme de recherche dont les résultats ont été publiés pour la première fois dans la monographie d'Industrie Canada intitulée *La productivité au niveau de l'industrie et la compétitivité internationale au Canada et aux États-Unis*, publiée sous la direction de Jorgenson et Lee (2001). Le présent volume contient de nouvelles données importantes sur la productivité au Canada, qui ont été présentées dans la monographie de Statistique Canada intitulée *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publiée sous la direction de Baldwin et Harchaoui (2003).

Au chapitre 2, Harchaoui, Tarkhani et Khanam donnent une comparaison détaillée des forces qui ont sous-tendu l'expansion du secteur privé des économies canadienne et américaine de 1981 à 2000. Durant la période dans son ensemble, la croissance économique des États-Unis a surpassé de presque un point de pourcentage celle du Canada. La contribution des services du capital a été la source la plus importante de croissance dans les deux pays, tandis que celle des services de la main-d'œuvre est venue en deuxième place. La croissance de la productivité

multifactorielle a été légèrement négative pendant les deux décennies au Canada, mais positive et importante aux États-Unis durant la même période.

Les États-Unis et le Canada ont tous deux connu un ralentissement économique de 1988 à 1995, puis un rebondissement important après 1995. Le ralentissement a été beaucoup plus sévère au Canada qu'aux États-Unis. Au Canada, la reprise a été soutenue par une forte accélération de la croissance de la productivité multifactorielle, une augmentation de la contribution des services du capital non lié aux TI et la croissance rapide de la contribution des services de la main-d'œuvre imputables aux travailleurs ne possédant pas de diplôme collégial. La contribution de l'investissement dans les TI a augmenté dans les deux pays, mais a connu une croissance nettement plus rapide aux États-Unis. La contribution de l'investissement non lié aux TI a fait un bond important dans les deux pays.

Harchaoui, Tarkhani et Khanam comparent en détail les données pour le Canada et les États-Unis. Les données canadiennes sur lesquelles porte leur étude proviennent de la base de données KLEMS (capital, main-d'œuvre, énergie, matériaux et services) de Statistique Canada, qui est décrite de façon détaillée dans la monographie publiée par Baldwin et Harchaoui (2003). Les données américaines sont tirées de Jorgenson, Ho et Stiroh (à paraitre). Les similarités importantes entre les sources des données et les méthodologies utilisées pour les deux pays permettent de retracer les écarts susmentionnés jusqu'aux différences de structure et de comportement entre les deux économies.

Au chapitre 3, Gu et Wang analysent les sources de la croissance économique pour 122 industries canadiennes, en se servant de la version la plus détaillée de la base de données KLEMS de Statistique Canada. Ils répartissent ces industries en un groupe de 33 industries à forte concentration de TI et 89 industries à faible concentration de TI. La forte accélération de la croissance de la productivité multifactorielle observée après 1995 est la source la plus importante de la reprise de la croissance économique au Canada; les auteurs montrent que ce phénomène touche toutes les industries canadiennes. L'intensification du capital due à l'investissement dans les TI joue un rôle relativement peu important dans le redressement économique canadien, contrairement à ce qu'on observe aux États-Unis.

L'accélération la plus marquée de la croissance de la productivité multifactorielle au Canada après 1995 a été observée pour les industries à forte concentration de TI. Gu et Wang attribuent cette situation aux innovations touchant l'organisation qui découlent des TI et aux effets des réseaux. Selon eux, avant 1995, les industries à forte concentration de TI ont contribué assez peu à la croissance de la productivité

multifactorielle. Ils constatent aussi que les industries employant une plus grande part de diplômés universitaires ont enregistré des gains de productivité plus importants que les autres après 1995, ce qui pourrait tenir à une complémentarité entre ces travailleurs et les investissements dans le matériel et les logiciels liés aux TI.

La base de données canadiennes KLEMS employée par Gu et Wang intègre les résultats des études récentes sur l'effet des changements de composition de la population active du Canada selon l'âge, le sexe et le niveau de scolarité réalisées par Gu, Kaci, Maynard et Sillamaa (2003). Elle inclut aussi les nouvelles estimations des intrants de capital calculées par Harchaoui et Tarkhani (2003) pour les industries canadiennes. Ces estimations reflètent les différences de comportement des prix des biens d'investissement, par exemple entre ceux liés et non liés aux TI. Les estimations tiennent également compte des différences entre les durées de vie utile, les taux d'amortissement et les traitements fiscaux appliqués aux diverses classes d'actifs.

Au chapitre 4, Ho, Rao et Tang comparent les sources de croissance de la production pour 34 industries au Canada et aux États-Unis. Ils montrent que les industries productrices de TI ont été à l'origine d'une grande partie de l'accélération de la croissance de la productivité multifactorielle aux États-Unis après 1995. La proportion de travailleurs ayant une formation universitaire dans la population active employée est nettement plus faible au Canada qu'aux États-Unis. L'augmentation de la contribution de ces travailleurs à la croissance de l'intrant travail est une autre source importante de la reprise économique aux États-Unis à la fin des années 1990.

Afin d'isoler les différences de comportement des industries au Canada et aux États-Unis, Ho, Rao et Tang répartissent les 34 industries en trois groupes : les industries productrices de TI, les industries utilisatrices de TI et les industries non utilisatrices de TI. Ils classent 3 industries dans le groupe des industries productrices de TI — les ordinateurs, le matériel électronique et de communication, et les services de communication —, 9 dans le groupe des industries utilisatrices de TI, et les 22 autres dans le groupe des industries non utilisatrices de TI.

Les industries productrices de TI ont connu un taux de croissance phénoménal, tant au Canada qu'aux États-Unis, de 1981 à 2000, surpassant de loin la moyenne pour les autres industries. Elles ont contribué considérablement plus à la croissance aux États-Unis qu'au Canada, parce que leur importance relative est plus grande dans l'économie américaine. Après 1995, les trois groupes d'industries ont

contribué à l'accélération de la croissance économique au Canada et aux États-Unis. Toutefois, au Canada, la majeure partie de l'accélération est imputable aux industries à faible concentration de TI, tandis qu'aux États-Unis, elle a eu lieu principalement dans celles à forte concentration de TI.

Les résultats de cette étude sont d'une grande importance pour l'évaluation des perspectives de croissance au Canada et aux États-Unis. Jorgenson, Ho et Stiroh (2003) ont montré que le rythme accéléré de croissance économique observé aux États-Unis à la fin des années 1990 n'était pas soutenable. Il impliquait l'augmentation du nombre d'heures travaillées à un taux deux fois plus élevé que celui de la croissance de la population en âge de travailler. Le taux de chômage a chuté et le taux de participation à la population active a augmenté. Néanmoins, les perspectives de croissance à un taux soutenable se sont améliorées.

Jorgenson, Ho et Stiroh (2003) ont entrepris une analyse comparable, mais moins détaillée, de la croissance économique future au Canada. Selon leurs projections, la croissance de la population active sera plus rapide au Canada qu'aux États-Unis. La qualité du travail, définie comme étant la quantité de main-d'œuvre utilisée par heure travaillée, devrait aussi, selon leurs prévisions, croître plus rapidement au Canada qu'aux États-Unis, à mesure que les niveaux de scolarité atteints au Canada s'approchent de ceux observés aux États-Unis. Toutefois, on s'attend à ce que la croissance de la productivité multifactorielle soit plus lente au Canada qu'aux États-Unis, principalement à cause de l'importance relative plus grande des industries productrices de TI aux États-Unis.

Les taux de croissance observés dans les deux pays convergent progressivement, mais la croissance prévue pour le Canada reste inférieure d'environ un demi point de pourcentage à celle des États-Unis. Pour les deux pays, les projections concernant la croissance sont entachées d'incertitudes importantes. En ce qui concerne les États-Unis, ces incertitudes tiennent au rôle de l'investissement dans les TI et à la croissance future de la productivité multifactorielle dans les industries productrices de TI. Pour ce qui est du Canada, les incertitudes ont trait au taux de croissance de la productivité multifactorielle en dehors de ces industries et au taux auquel le matériel et les logiciels liés aux TI peuvent être remplacés par d'autres catégories de biens d'équipement.

Bibliographie

Baldwin, J.R., et T.M. Harchaoui, dir. *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard et M. Sillamaa. « Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M., et F. Tarkhani. « Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Jorgenson, D.W., dir. « Information Technology and the U.S. Economy » *Economic Growth in the Information Age*, Cambridge, MIT Press, 2002, p. 1-42.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho et K.J. Stiroh. « Growth in U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education », dans *Measuring Capital in the New Economy*, publié sous la direction de C. Corrado, J.C. Haltiwanger et D. Sichel, Chicago, University of Chicago Press. À paraître.

_____. « Lessons for Canada from the U.S. Growth Resurgence », *International Productivity Monitor*, nº 6 (printemps 2003), p. 3-18.

Jorgenson, D.W., et F.C. Lee, dir. *La productivité au niveau de l'industrie et la compétitivité internationale au Canada et aux États-Unis*, Ottawa, Industrie Canada, 2001. Monographie de recherche.

Technologie de l'information et croissance de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis 2

Tarek M. Harchaoui, Faouzi Tarkhani et Bilkis Khanam

Sommaire

DANS LE PRÉSENT DOCUMENT, des données nouvelles – agrégées et sectorielles – sont utilisées en vue d'accroître notre connaissance des sources de la croissance de la productivité du travail et de la croissance de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis de 1981 à 2000. La principale innovation à cet égard consiste à prendre en compte dans le cadre de production agrégée les flux de services des biens de consommation durables et du logement. L'utilisation de nouvelles données industrielles et la distinction faite entre travailleurs universitaires et non universitaires, pour tenir compte de l'apport des investissements dans les études supérieures et les technologies de l'information à la croissance économique et à la productivité, constituent les autres innovations apportées par la présente étude. Ces nouveaux résultats viennent confirmer la thèse exposée dans nos travaux antérieurs : les technologies de l'information, bien qu'elles aient représenté une part importante du regain de productivité aux États-Unis, n'ont rempli qu'un rôle modeste à cet égard au Canada, ce qui laisse croire que des facteurs différents ont joué dans l'un et l'autre pays.

Introduction

LA SITUATION ÉCONOMIQUE QUI PRÉVAUT ACTUELLEMENT à l'échelle mondiale est entourée d'une grande incertitude. Malgré ce fait, il est clair qu'une transformation remarquable s'est produite au Canada et aux États-Unis ces dernières années, la croissance de la production, de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle s'accélérant depuis le milieu des années 90. Cela est venu alimenter un débat de plus en plus nourri au sujet des sources de ce regain de croissance et de la question de savoir si la structure des deux économies a subi des changements en profondeur.

L'essor des technologies de l'information, conjugué à l'accélération de la croissance de la productivité aux États-Unis durant la deuxième moitié des années 90,

a stimulé les discussions au sujet d'une éventuelle « nouvelle économie », concept qui suscite toutefois moins d'enthousiasme depuis l'affaissement de la bulle technologique. Quoique moins enflammés, les débats se poursuivent au sujet de la « nouvelle économie », l'accent étant mis sur les technologies de l'information et ses répercussions sur la croissance économique et la croissance de la productivité[1].

On trouve de nombreux exemples d'entreprises américaines de pointe, comme IBM et Wal-Mart, qui produisent et utilisent efficacement des technologies de l'information. Même si l'on soutient souvent que le Canada ne fait pas partie des principaux producteurs dans ce domaine, des recherches menées au pays montrent que les technologies de l'information ont contribué de façon importante à la croissance du produit intérieur brut (PIB), à la formation de capital et à la productivité[2]. Il est manifeste que les investissements dans les technologies de l'information ont eu des répercussions de grande ampleur sur les économies canadienne et américaine. Cela dit, de quelle manière et dans quelle mesure les effets de ces investissements sont-ils différents entre les deux pays?

Pour pouvoir comparer les relations entre les investissements dans les technologies de l'information, la croissance économique et la productivité au Canada et aux États-Unis, il est essentiel d'éliminer les différences entourant la mesure de la production et des intrants dans les statistiques officielles. Conformément aux pratiques exemplaires, dans les comparaisons récentes entre les deux pays, Statistique Canada a utilisé des concepts et des méthodes concordant avec le manuel de l'OCDE sur la mesure de la productivité (OCDE, 2001)[3].

Selon Harchaoui et coll. (2002), par rapport au dernier quart de siècle considéré dans son ensemble, la période correspondant à la fin des années 90 a été exceptionnelle au chapitre de la croissance dans le secteur des entreprises aux États-Unis et au Canada. Bien que les taux de croissance n'aient pas atteint ceux enregistrés au début des années 60 — l'âge d'or des deux économies —, les données permettent de constater qu'une transformation frappante s'est opérée. Après plus de deux décennies de faible croissance de la productivité multifactorielle, on a enregistré un taux annuel de croissance de près de 1 p. 100 à quatre reprises au cours de la période de cinq ans s'étant terminée en 2000. Cette accélération de la croissance de la productivité multifactorielle est l'un des points saillants des données et laisse penser qu'il y a eu, à la fois, une amélioration très marquée de la technologie et de forts gains d'efficience au chapitre de la production.

Harchaoui et Tarkhani (2004a) ont approfondi et étendu l'analyse en utilisant un cadre comptable de la croissance agrégée, à la fois, élargi et totalement intégré à un modèle sectoriel, afin de retracer les différents canaux par lesquels se manifestent les technologies de l'information. Leurs résultats portent à croire que les technologies de l'information sont bien au cœur du nouvel essor de la productivité aux États-Unis, mais qu'elles ne sont qu'un des facteurs entrant en ligne de compte au Canada. Le regain de productivité du travail aux États-Unis est attribuable d'abord à l'accroissement de l'intensité du capital associée aux technologies de l'information et aux gains de productivité dans les industries productrices des technologies de l'information. Selon les données relatives au Canada, les gains au chapitre de la productivité multifactorielle dans les industries qui utilisent les technologies de l'information sont l'un des principaux facteurs expliquant l'accélération de la productivité.

Dans le but d'évaluer la robustesse de nos résultats antérieurs, nous élargissons dans la présente étude notre cadre de départ, et nous tirons parti d'une nouvelle base de données sur les sources de la croissance au Canada et aux États-Unis durant la période allant de 1981 à 2000[4]. Notre examen s'oriente de la façon suivante.

En premier lieu, notre examen porte sur l'ensemble de l'économie du secteur privé au lieu de se cantonner au secteur des entreprises. L'économie du secteur privé comprend, outre le secteur des entreprises, les logements occupés par le propriétaire. Cela a pour effet d'élargir le champ de notre analyse, qui concorde ainsi davantage avec le domaine de définition du Système de comptabilité nationale[5].

En deuxième lieu, nous mesurons les flux de services issus du stock de biens durables au lieu des dépenses[6]. Les acquisitions de biens de consommation durables sont enregistrées à titre d'investissements et les flux de services issus du stock de biens durables, à titre de consommation, étant donné que ces derniers représentent la fraction consommée dans les faits au cours d'une période donnée. Cette approche présente deux avantages : a) le traitement des biens de consommation durables devient similaire à celui prévu dans le Système de comptabilité nationale pour la comptabilisation des loyers reliés aux logements occupés par le propriétaire; b) il y a symétrie entre le traitement des biens de consommation durables et le traitement déjà prévu dans les comptes de productivité pour la mesure des biens de production durables.

En troisième lieu, au chapitre du travail, les travailleurs ayant fait des études universitaires sont souvent considérés comme étant des « travailleurs du savoir », qui utilisent les technologies de l'information; nous avons donc subdivisé

l'intrant travail entre travailleurs ayant fait des études universitaires et autres travailleurs pour déterminer dans quelle mesure les investissements en éducation universitaire et en technologies de l'information ont contribué à la croissance économique et à la productivité au Canada et aux États-Unis. Bien que la croissance de l'intrant travail attribuable aux travailleurs ayant fait des études universitaires ait été supérieure à celle rattachée aux autres travailleurs de 1981 à 2000, la contribution de ces derniers a elle aussi son importance. Le remplacement de travailleurs sans instruction universitaire par des travailleurs ayant fait des études universitaires a constitué un important mécanisme de restructuration de la population active au Canada et aux États-Unis. Cela tient au rôle accru des travailleurs du savoir dans de nombreuses industries, en particulier celles qui ont fait des investissements importants en équipement des technologies de l'information.

En quatrième et dernier lieu, l'un des éléments importants de notre méthodologie est le rôle explicite lié aux intrants intermédiaires. Prenons l'exemple de la production de l'industrie des semi-conducteurs. Une bonne partie de cette production n'est pas perceptible à un niveau agrégé, étant donné qu'il s'agit principalement d'intrants utilisés dans d'autres industries plutôt que de produits livrés à la demande finale en termes de biens de consommation et d'investissement. Toutefois, les semi-conducteurs, à titre d'intrants, jouent un rôle important dans l'amélioration de la qualité et de la performance des ordinateurs, du matériel de communications et d'une gamme d'autres produits (se reporter à Jorgenson, 2001).

Plus précisément, les semi-conducteurs font partie de la production de l'industrie des composants électroniques, mais constituent des intrants intermédiaires de celle des ordinateurs et des communications et d'autres industries. La baisse des prix découlant de l'amélioration de la technologie des semi-conducteurs se reflète dans la contribution importante des intrants intermédiaires utilisés dans les industries où l'on se sert de semi-conducteurs. Le fait de comptabiliser les intrants intermédiaires avec exactitude au moyen de tableaux de transactions intersectorielles nous permet d'établir des liens entre la croissance économique canadienne et américaine et ses sources industrielles.

Les résultats de notre étude étayent eux aussi la thèse de base exposée dans nos travaux antérieurs — les données révèlent encore une nette accélération de la croissance de la productivité du travail aux États-Unis à la fin des années 90, et elles montrent que les gains d'efficience rattachés à la production des technologies de l'information ont été au nombre des facteurs clés de cette accélération. Les données relatives au Canada nous apprennent plutôt que la hausse de la

productivité du travail a été attribuable pour l'essentiel aux gains d'efficience enregistrés hors des industries qui produisent les technologies de l'information. Il convient de remarquer que les conclusions relatives au Canada demeurent inchangées même lorsque l'on utilise des prix harmonisés au niveau international à l'égard des industries productrices des technologies de l'information.

L'analyse ascendante de Ho, Rao et Tang dans le présent volume sert de complément à cette approche descendante, qui vise à attribuer la croissance du PIB sous l'optique de la demande finale aux industries produisant les technologies de l'information et à celles qui utilisent ces technologies. Dans l'analyse ascendante en question, des données industrielles détaillées sont utilisées dans le but de déterminer les sources de la croissance économique au Canada et aux États-Unis au niveau des industries, de circonscrire et d'analyser celles qui utilisent les technologies de l'information, et d'évaluer l'importance relative de la croissance de la productivité et de l'accumulation des facteurs. Les résultats de Ho, Rao et Tang, cohérents aux nôtres, montrent que les technologies de l'information sont bien au cœur du regain de vitalité de la productivité aux États-Unis, mais qu'elles ont contribué de façon modeste au phénomène au Canada. Les industries qui utilisent les technologies de l'information et celles qui n'en n'utilisent pas sont à l'origine de la totalité du rebondissement de la productivité multifactorielle dans le secteur canadien des entreprises. Toujours dans le présent volume, Gu et Wang ont utilisé un cadre paramétrique qui leur a permis d'associer le regain de productivité au Canada à des modifications organisationnelles entrainées par les technologies de l'information, ainsi qu'aux effets de débordement éventuels.

Le présent document est structuré de la façon suivante : dans la section suivante, nous élargissons la portée de l'examen effectué par Harchaoui et Tarkhani (2004a) de manière à prendre en compte les flux de services de biens durables et du logement. Nous utilisons une méthodologie conçue par Jorgenson et Stiroh (2000), que nous exposons brièvement. Nous présentons ensuite nos résultats concernant la croissance tendancielle de la production, des intrants et de la productivité au Canada et aux États-Unis de 1981 à 2000. Enfin, la section finale présente les conclusions.

Le cadre comptable élargi

Définition

DANS NOTRE ANALYSE DES SOURCES de la croissance économique, nous utilisons une frontière des possibilités de production agrégée aux fins d'examiner la façon dont les services de capital, l'intrant travail et la technologie servent à générer la production du secteur privé sous forme de produits de consommation, de biens d'investissement, et d'exportations nettes. Cela permet de prendre en compte les substitutions entre les biens de consommation et les biens d'investissement du côté de la production et entre l'intrant capital et l'intrant travail du côté des intrants.

Ce cadre agrégé constitue le fondement de notre étude. Parmi les travaux récents où cette approche a été mise en œuvre, mentionnons ceux de Jorgenson et Stiroh (2000) concernant l'économie américaine, ceux de Jorgenson et Yip (2001) et de Dougherty et Jorgenson (1997), dans lesquels des comparaisons internationales sont effectuées, et ceux de Harchaoui et Tarkhani (2004a), qui présentent des comparaisons entre le Canada et les États-Unis relativement à la croissance économique et à la productivité.

Dans la foulée des travaux de Christensen et Jorgenson (1973), nous apportons plusieurs modifications au cadre de production que nous avons utilisé dans nos études précédentes. Étant donné que le secteur du logement est incorporé à la production, les flux de services de capital associés aux biens de consommation durables doivent être traités, à la fois, comme production et intrants des ménages.

Les services de capital imputés relativement aux logements occupés par le propriétaire sont pris en compte dans le Système de comptabilité nationale du Canada (SCNC) et dans les *National Income and Product Accounts* (NIPA) américains, mais pas dans les comptes de productivité des deux pays. Ici, nous assurons la cohérence de ces deux ensembles de comptes en ce qui concerne le traitement réservé au logement. Les flux de services de capital découlant des investissements dans les logements par le propriétaire-occupant ainsi que les investissements dans les structures par les ménages sont incorporés à la définition du secteur des entreprises employée dans les comptes de productivité des deux pays.

D'autres catégories de biens durables, dont les actifs des technologies de l'information, font l'objet d'un traitement semblable à celui applicable au logement. L'idée de capitaliser les biens durables dans le SCNC et dans les NIPA fait

l'objet de débats depuis de nombreuses années[7]. À l'heure actuelle, les dépenses rattachées aux biens de consommation durables sont traitées à titre de dépenses de consommation plutôt que de dépenses d'investissement. La capitalisation des dépenses en biens de consommation durables permettrait de réaffecter celles-ci aux investissements privés intérieurs bruts. Cela se traduirait par une hausse du PIB, équivalente à la valeur des flux de services des biens durables, qui est égale à leur valeur locative.

Nous traitons le logement et les biens de consommation durables de façon uniforme, et nous les incorporons dans l'intrant capital, tandis que les flux de services issus des stocks installés correspondants sont incorporés dans la consommation dans la fonction de production agrégée. Les acquisitions de nouveaux logements et de biens de consommation durables sont traitées comme des investissements.

La frontière des possibilités de production

Dans la frontière des possibilités de production, la production (Y) est constituée des biens de consommation (C), des biens d'investissement (I) et d'autres composantes (O). Cette production est obtenue à l'aide d'intrants agrégés X, soit les services de capital (K) et les services du travail (L). La production peut aussi être décomposée entre la production associée aux technologies de l'information (Y_{IT}) et celle hors technologies de l'information (Y_{NIT}). La production reliée aux technologies de l'information comprend les biens d'investissement dans les technologies de l'information — comme le matériel informatique (I_C), les logiciels (I_S) et l'équipement de communications (I_M) —, les services du capital des technologies de l'information destinés aux ménages (C_{IT}) et d'autres composantes des technologies de l'information (O_{IT}) (services associés aux technologies de l'information, exportations nettes, etc.). On procède de la même manière pour les composantes de la production agrégée hors technologies de l'information (Y_{NIT}). De même, les services de capital peuvent être décomposés entre services de capital rattachés au matériel informatique (K_C), aux logiciels (K_S) et à l'équipement de communications (K_M), et autres services de capital (K_o)[8]. On a effectué une décomposition similaire de l'intrant travail entre travailleurs ayant fait des études universitaires (L_U) et ceux sans instruction universitaire (L_{NU}). Enfin, la fonction des intrants (X) est majorée de la productivité multifactorielle (A).

La frontière des possibilités de production peut être formulée ainsi :

$$(1)\qquad \begin{aligned} &Y[Y_{IT}(I_{IT}, C_{IT}, O_{IT}), Y_{NIT}(I_{NIT}, C_{NIT}, O_{NIT})] = \\ &A \cdot X[K_{IT}(t), K_{OME}(t), K_S(t), L_U(t), L_{NU}(t)]. \end{aligned}$$

À partir des hypothèses classiques selon lesquelles les marchés des produits et des intrants sont concurrentiels et les rendements d'échelle sont constants, on peut transformer l'équation (1) en une équation qui rend compte des sources de la croissance économique :

$$\text{(2)} \quad \begin{aligned} \overline{w}_{Y_{IT}} \Delta\ln Y_{IT} + \overline{w}_{Y_{NIT}} \Delta\ln Y_{NIT} = {} & \overline{v}_{K_{IT}} \Delta\ln K_{IT} + \overline{v}_{K_{OML}} \Delta\ln K_{OML} + \overline{v}_{K_S} \Delta\ln K_S \\ & + \overline{v}_{L_U} \Delta\ln L_U + \overline{v}_{L_{NU}} \Delta\ln L_{NU} + \Delta\ln A, \end{aligned}$$

où $\Delta x \equiv x_t - x_{t-1}$. $\overline{w}$ correspond aux parts moyennes de la production et $\overline{v}$ à celles des intrants relativement aux variables indicées; la moyenne des parts est calculée pour les périodes t et t-1, et $\overline{w}_{Y_{IT}} + \overline{w}_{Y_{NIT}} = \overline{v}_{K_{IT}} + \overline{v}_{K_{OML}} + \overline{v}_{K_S} + \overline{v}_{L_U} + \overline{v}_{L_{NU}} = 1{,}0$. Les taux de croissance pondérés par les parts dans l'équation (2) constituent les contributions associées aux intrants et à la production.

La productivité du travail est définie comme étant le ratio de la production aux heures travaillées, de sorte que $LP \equiv y = \frac{Y}{H}$, où la variable ($y$) dénote la production ($Y$) par heure travaillée ($H$). L'équation (2) peut être reformulée ainsi en proportion des heures travaillées :

$$\text{(3)} \quad \begin{aligned} \Delta\ln y = {} & \overline{v}_{K_{NIT}} \Delta\ln k_{NIT} + \overline{v}_{K_{IT}} \Delta\ln k_{IT} + \overline{v}_{L_U} \Delta\ln \ell_U + \overline{v}_{L_{NU}} \Delta\ln \ell_{NU} \\ & + \left(\overline{v}_{L_U} \Delta\ln h_U + \overline{v}_{L_{NU}} \Delta\ln h_{NU} \right) + \Delta\ln A_t, \end{aligned}$$

où $\overline{v}_{K_{IT}} = v_{K_C} + v_{K_S} + v_{K_T}$ et $\overline{v}_{K_{NIT}} = v_{K_{OML}} + v_{K_S}$; $\Delta\ln k_{IT}$ et $\Delta\ln k_{NIT}$ correspondent à la croissance des services de capital des technologies de l'information et des autres services de capital, respectivement, par heure travaillée (intensité du capital); $\Delta\ln \ell_U$ et $\Delta\ln \ell_{NU}$ a correspondent à la croissance de la qualité de la main-d'œuvre associée, respectivement, aux travailleurs ayant fait des études universitaires et aux autres travailleurs; et $\Delta\ln h_U$ et $\Delta\ln h_{NU}$ représentent la croissance du nombre d'heures travaillées par les travailleurs ayant fait des études universitaires et par les autres travailleurs, respectivement, par rapport au nombre total d'heures travaillées.

L'équation (3) permet de décomposer la croissance de la productivité du travail en trois sources. La première est l'intensité du capital, soit la contribution des services de capital par heure travaillée, qui est décomposée entre la composante reliée aux technologies de l'information et celle hors technologies de l'information. Selon l'interprétation faite de l'intensité du capital, le capital par heure travaillée additionnel augmente la productivité des travailleurs en proportion de la part

de capital. Les troisième et quatrième termes correspondent à l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre, c'est-à-dire la contribution de l'intrant travail par heure travaillée dans le cas, respectivement, des travailleurs ayant fait des études universitaires et de ceux sans instruction universitaire. On tient compte ainsi des changements survenus dans la composition de la population active, laquelle permet d'augmenter la productivité du travail en proportion de la part attribuable à chaque catégorie de travailleurs. Le cinquième terme, soit la réallocation des heures, correspond à l'évolution de la composition de la population active — entre travailleurs ayant fait des études universitaires et autres travailleurs. Enfin, le dernier terme est la croissance de la productivité multifactorielle, qui fait augmenter la croissance de la productivité du travail point par point.

Données

Nous ferons ici une brève récapitulation des données nécessaires pour les équations (1) à (3). On trouvera un exposé plus détaillé dans Ho et Jorgenson (1999) ainsi que dans les annexes de Jorgenson et Stiroh (2000) et de Jorgenson, Ho et Stiroh (à paraître) concernant les données relatives aux États-Unis et dans Baldwin et Harchaoui (2003) pour ce qui est des comptes canadiens de productivité.

Production

Les données agrégées sont fondées sur la plus récente révision repère des comptes nationaux du Canada et des États-Unis, à jour jusqu'en 2000. Elles reposent sur les comptes des revenus et dépenses (CRD) de Statistique Canada et sur les NIPA du *Bureau of Economic Analysis* des États-Unis. Ces comptes fournissent des mesures du PIB de la demande finale en dollars courants et en dollars en chaîne. Le cadre élaboré ici exige la prise en compte d'un plus large éventail de composantes de la production que les composantes officielles utilisées dans les comptes nationaux et les programmes de productivité des deux pays. D'abord, les services de logements occupés par le propriétaire et les structures utilisés par les ménages sont pris en compte dans le calcul du PIB, ce qui assure la cohérence entre les comptes de productivité et les comptes nationaux des deux pays. Ensuite, les biens de consommation durables font l'objet d'un traitement symétrique à celui des investissements reliés au logement, car il s'agit dans les deux cas d'actifs à long terme qui sont accumulés et génèrent des flux de services tout au long de leur vie utile. Nous avons recours à des prix de location pour calculer les flux de services issus des biens de consommation durables qui entrent, à la fois, dans la consommation et dans l'intrant capital. La valeur des flux de services de logement

est calculée à partir des données sur la valeur locative qui sont disponibles dans les CRD et dans les NIPA[9].

Le tableau 1 contient des données sur la valeur de la production et des intrants pour 1981 et 2000 tandis que les tableaux 2a et 2b présentent les taux annuels moyens de croissance des volumes et des prix de la production et des intrants correspondants, respectivement, pour le Canada et les États-Unis durant les périodes suivantes : de 1981 à 2000, de 1981 à 1988, de 1988 à 2000, de 1988 à 1995 et de 1995 à 2000. Bien qu'il s'agisse de périodes usuelles pour les comparaisons entre le Canada et États-Unis concernant la croissance de la productivité multifactorielle, il n'est pas inutile de dire un mot sur ce choix. D'abord, 1981 est la première année pour laquelle on dispose de données comparables dans notre base de données KLEMS (capital, main-d'œuvre, énergie, matériaux et services)[10]. Les années 1988 et 2000 sont les deux sommets du cycle économique enregistrés durant la période étudiée, et 1995 correspond à une brusque hausse de la croissance économique.

Le concept de production utilisé au Canada et aux États-Unis sont similaires — mais pas identiques — au concept officiel de produit intérieur brut. Notre mesure de la production est un peu plus large que celle employée dans les statistiques officielles sur la productivité du Canada et des États-Unis, publiées par Statistique Canada (2002) et par le Bureau of Labor Statistics (BLS) (2002), et utilisées par Harchaoui et coll. (2002) et Harchaoui et Tarkhani (2004a). Les deux mesures comprennent la production finale ayant fait l'objet d'acquisitions par les ménages, les entreprises et les acquéreurs situés à l'étranger. Contrairement à celle utilisée dans nos travaux précédents, la mesure de la production figurant au tableau 1 comprend les flux de services associés au logement et aux biens durables, ce qui inclut les produits des technologies de l'information utilisés dans le secteur des ménages.

Les calculs relatifs aux services des actifs des technologies de l'information reposent sur le coût du capital de celles-ci — une description plus détaillée est présentée dans la suite du texte. On calcule le produit du coût du capital et de la valeur nominale du stock de capital associé aux technologies de l'information pour obtenir les flux de services imputés qui sont issus des actifs des technologies de l'information. Dans le secteur des entreprises, cela correspond au revenu du capital des entreprises qui utilisent ces produits à titre d'intrants. Dans le secteur des ménages, il faut calculer les flux de revenu du capital. Le même genre de calcul est effectué pour le logement dans les CRD au Canada et dans les NIPA aux États-Unis. La valeur locative des logements occupés par un locataire est imputée aux sociétés immobilières, à titre de revenu du capital, et celle des logements occupés par le propriétaire, aux ménages.

Tableau 1

Technologies de l'information – production et intrants (milliards de dollars)

	Canada		États-Unis	
	1981	**2000**	**1981**	**2000**
Produit intérieur brut (PIB)	326,6	978,4	2 885,9	9 350,7
PIB – technologies de l'information	6,9	43,3	109,0	616,6
Consommation d'ordinateurs et de logiciels	0,2	3,3	0,4	34,3
Investissements en ordinateurs	2,6	12,4	17,1	109,3
Investissements en logiciels	1,1	15,4	16,1	198,2
Investissements en communications	2,1	7	37,2	135,6
Biens de consommation durables	0,2	3,6	0,3	42,2
Services de communications	3	11,3	30,9	131,3
Autres	-2,2	-9,8	-3,8	-12,5
PIB – hors technologies de l'information	319,7	935,1	2 776,9	8 734,1
Services de logement	31,2	109,0	131,3	387,2
Investissements en logement	21,5	48,8	118,9	416,9
Autres	267	777,3	2 526,7	7 930,0
Rémunération du capital	168,4	517,3	1 110,1	3 636,7
Technologies de l'information	5,2	34,9	50,8	424,9
Ordinateurs	2,3	13,0	14,9	111,0
Équipement de communications	2,1	7,1	12,2	160,8
Logiciels	0,6	10,9	23,3	110,9
Biens de consommation durables	0,2	3,9	0,3	42,2
Hors technologies de l'information	163,2	482,3	1 059,3	3 211,8
Autres machines et matériel	25,2	82,4	207,0	700,0
Autres biens durables	35,8	88,9	273,5	905,7
Bâtiments	102,2	311,1	578,8	1 606,1
Logement	40,0	140,4	203,0	594,1
Autres	62,2	158,6	375,8	1 012,1
Rémunération du travail	158,2	461,1	1 645,8	5 112,9
Travailleurs ayant fait des études universitaires	17,3	115,6	381,2	1 989,5
Travailleurs sans formation universitaire	140,9	345,5	1 264,5	3 123,4

La production comprend les biens d'investissement consistant en ordinateurs, logiciels et équipement de communications, ainsi que les biens d'investissement qui ne sont pas associés aux technologies de l'information. Elle comprend également la production et les biens et services de consommation qui ne sont pas reliés aux technologies de l'information, les flux de services de capital des technologies de l'information imputés des ménages ainsi que les exportations nettes. En dollars courants, le PIB pour 2000 s'établit à 978,4 milliards de dollars (et à 9,4 billions de dollars aux États-Unis), y compris les imputations, tandis que la croissance de la production réelle a été en moyenne de 2,7 p. 100 (3,7 p. 100 aux États-Unis) de 1981 à 2000 (se reporter aux tableaux 1, 2a et 2b). En comparaison, le PIB du secteur canadien des entreprises s'est chiffré officiellement à 774 milliards de dollars en 2000 (7,7 billions aux États-Unis) et la croissance de la production réelle, à 3,1 p. 100 en moyenne de 1981 à 2000 (3,9 p. 100 aux États-Unis).

Ce qui ressort d'abord des données présentées aux tableaux 2a et 2b, c'est la baisse rapide des prix associés aux investissements dans les ordinateurs, baisse qui a été de 15,3 p. 100 par année au Canada de 1981 à 2000 (15,5 p. 100 pour les États-Unis). Les prix des logiciels ont fléchi moins rapidement, la baisse étant inférieure à 3 p. 100 par année au cours de la même période, aussi bien au Canada qu'aux États-Unis (-2,11 p. 100 et -0,7 p. 100, respectivement). Par contre, les prix de l'équipement de télécommunications a évolué de façon très différente dans les deux pays (une hausse de 0,6 p. 100 au Canada, comparativement à une baisse de 0,1 p. 100 aux États-Unis), tandis que le recul des prix des flux de services des biens de consommation durables associés aux technologies de l'information a été moins rapide au Canada (-9,3 p. 100) qu'aux États-Unis (-19,4 p. 100).

Les investissements des entreprises en ordinateurs, en logiciels et en équipement de communications constituent la plus importante catégorie de dépenses reliées aux technologies de l'information. Les ménages ont eux aussi engagé des dépenses substantielles pour des ordinateurs, des logiciels, du matériel de communications et des services des technologies de l'information.

On peut voir aux figures 1a et 1b que la production d'équipement des technologies de l'information (ordinateurs, logiciels, communications) représente la plus importante catégorie reliée aux technologies de l'information en proportion du PIB, au Canada ainsi qu'aux États-Unis; viennent ensuite les services de communications et les flux de services issus des biens durables. Par contre, la part associée à la consommation de produits et services des technologies de l'information est demeurée plutôt faible au cours de la période allant de 1981 à 2000.

Tableau 2a

Croissance de la production et des intrants, Canada (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
Produit intérieur brut (PIB)	3,2	2,7	4,6	3,2	2,4	2,4	2,9	0,9	1,7	4,5
PIB – technologies de l'information	-3,7	14,4	-1,7	12,2	-4,8	15,6	-5,1	11,7	-4,3	21,4
Consommation d'ordinateurs et de logiciels	-8,6	26,5	-11,3	42,0	-7,0	18,2	-4,1	17,5	-10,8	19,1
Investissements en ordinateurs	-15,3	28,3	-16,1	28,3	-14,8	28,4	-13,5	21,5	-16,7	38,7
Investissements en logiciels	-2,1	17,5	-0,9	21,4	-2,8	15,3	-4,2	14,7	-1,0	16,3
Investissements en communications	0,6	5,9	4,1	3,2	-1,4	7,6	-2,3	5,5	-0,1	10,5
Biens de consommation durables	-9,3	28,5	-13,2	44,2	-7,0	20,1	-4,5	21,1	-10,5	18,7
Services de communications	1,1	6,2	2,4	6,0	0,3	6,2	-0,6	5,6	1,5	7,2
Autres	-7,2	16,6	-10,1	25,9	-5,6	11,5	-4,1	14,2	-7,6	7,8
PIB – hors technologies de l'information	3,4	2,4	4,7	3,0	2,6	2,0	3,1	0,6	1,9	3,9
Services de logement	3,3	3,4	5,7	3,8	2,0	3,1	3,2	3,3	0,2	2,9
Investissements en logement	3,1	1,2	5,3	4,8	1,9	-0,8	2,2	-4,4	1,5	4,5
Autres	3,4	2,3	4,5	2,8	2,7	2,0	3,2	0,6	2,2	4,0
Services du capital	3,4	2,6	5,2	2,9	2,4	2,4	2,3	1,8	2,5	3,2
Technologies de l'information	-7,0	18,9	-5,1	20,1	-8,1	18,2	-8,4	15,6	-7,8	22,0
Ordinateurs	-15,2	29,1	-14,9	29,4	-15,4	28,9	-14,5	21,8	-16,6	39,5
Communications	1,2	5,4	7,2	2,8	-2,1	7,0	-4,8	6,4	1,8	7,9
Logiciels	-2,1	18,9	2,4	24,5	-4,6	15,7	-6,0	16,0	-2,6	15,3
Biens de consommation durables	-9,3	28,5	-13,0	44,2	-7,1	20,1	-4,8	21,1	-10,2	18,7

Tableau 2a (suite)

Croissance de la production et des intrants, Canada (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
Hors technologies de l'information	3,8	2,0	4,9	3,0	3,2	1,4	2,9	1,1	3,6	1,8
Autres machines et matériel	4,3	2,0	8,6	1,5	2,0	2,3	2,0	1,0	1,9	4,3
Autres biens durables	3,7	1,1	3,9	3,3	3,6	-0,1	4,8	-1,0	2,0	1,2
Bâtiments	3,7	2,2	4,3	3,3	3,4	1,6	2,7	1,8	4,5	1,3
Logement	3,8	2,9	4,0	5,3	3,7	1,6	3,3	2,4	4,2	0,5
Autres	3,8	1,6	4,7	1,8	3,2	1,6	2,2	1,3	4,6	2,0
Services du travail	3,4	2,4	4,9	2,6	2,4	2,2	2,2	1,2	2,8	3,8
Travailleurs ayant fait des études universitaires	4,4	5,9	4,6	6,5	4,3	5,6	5,0	5,1	3,4	6,3
Travailleurs sans formation universitaire	3,1	1,6	5,0	2,0	2,1	1,4	1,7	0,3	2,6	3,1
Addenda										
Heures travaillées	1,6		2,0		1,5		0,3		3,1	
Travailleurs ayant fait des études universitaires	5,5		6,0		5,2		4,6		6,0	
Travailleurs sans formation universitaire	1,1		1,6		0,9		-0,3		2,6	

Tableau 2b

Croissance de la production et des intrants, États-Unis (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
Produit intérieur brut (PIB)	2,6	3,7	3,7	3,8	1,9	3,7	2,5	2,9	1,1	4,8
PIB – technologies de l'information	-4,9	15,2	-2,6	13,2	-6,3	16,5	-4,3	11,9	-9,0	23,2
Consommation d'ordinateurs et de logiciels	-19,8	57,7	-16,3	83,9	-21,8	44,1	-17,2	38,2	-27,8	52,8
Investissements en ordinateurs	-15,5	30,4	-13,9	30,2	-16,4	30,6	-12,0	22,6	-22,1	42,6
Investissements en logiciels	-0,7	14,9	0,4	15,7	-1,3	14,4	-1,5	12,4	-1,0	17,3
Investissements en communications	-0,1	7,2	1,6	4,4	-1,1	8,9	-0,4	3,8	-2,2	16,3
Biens de consommation durables	-19,4	60,4	-17,8	91,9	-20,4	44,4	-13,9	38,4	-28,7	53,3
Services de communications	1,1	6,8	3,6	4,6	-0,4	8,0	0,4	6,7	-1,5	10,0
Autres	3,0	3,2	4,0	3,4	2,4	3,0	2,9	2,5	1,7	3,7
PIB – hors technologies de l'information	2,7	3,1	7,8	3,3	-0,2	3,0	0,5	2,8	-1,2	3,3
Services de logement	3,3	3,4	4,0	5,6	3,0	2,1	2,8	0,1	3,3	5,0
Investissements en logement	3,0	3,1	3,8	3,3	2,5	3,1	3,0	2,6	1,8	3,7
Autres	2,1	2,3	3,5	3,1	2,1	2,4	1,7	2,0	1,9	2,2
Services du capital	2,1	4,2	4,3	4,3	0,9	4,2	1,5	3,1	-0,1	5,8
Technologies de l'information	-6,2	19,3	-5,1	22,1	-6,9	17,6	-2,8	12,6	-12,4	25,1
Ordinateurs	-13,2	28,1	-12,0	34,0	-13,9	24,8	-8,0	13,8	-21,5	41,8
Communications	-0,8	15,4	1,0	15,7	-1,7	15,2	-1,4	14,3	-2,3	16,4
Logiciels	1,6	6,8	3,5	8,1	0,5	6,1	4,1	4,4	-4,3	8,5
Biens de consommation durables	-19,4	60,4	-17,8	91,9	-20,4	44,4	-13,9	38,4	-28,7	53,3

Tableau 2b (suite)

Croissance de la production et des intrants, États-Unis (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
Hors technologies de l'information	3,0	2,9	5,0	3,3	1,9	2,7	2,0	2,1	1,7	3,4
Autres machines et matériel	4,6	1,9	6,3	1,4	3,6	2,2	4,3	1,5	2,8	3,1
Autres biens durables	2,1	4,3	4,0	5,2	1,0	3,9	1,4	2,8	0,4	5,3
Bâtiments	2,9	2,5	5,0	3,0	1,7	2,2	1,5	2,0	2,0	2,6
Logement	3,2	2,5	7,2	2,8	0,9	2,4	1,4	2,2	0,3	2,7
Autres	2,8	2,5	3,7	3,2	2,2	2,1	1,6	1,9	3,0	2,5
Services du travail	3,9	2,2	4,8	2,3	3,4	2,1	3,3	1,8	3,4	2,5
Travailleurs ayant fait des études universitaires	5,1	3,8	6,6	5,1	4,2	3,1	4,1	2,7	4,4	3,5
Travailleurs sans formation universitaire	3,4	1,4	4,2	1,3	2,9	1,6	2,9	1,3	2,9	1,9
					Addenda					
Heures travaillées	1,9		2,0		1,8		1,4		2,3	
Travailleurs ayant fait des études universitaires	4,0		5,5		3,1		2,7		3,6	
Travailleurs sans formation universitaire	1,3		1,2		1,3		1,0		1,8	

Figure 1a

Part des TI, par type, en termes de production, Canada (pourcentage du produit intérieur brut, en dollars courants)

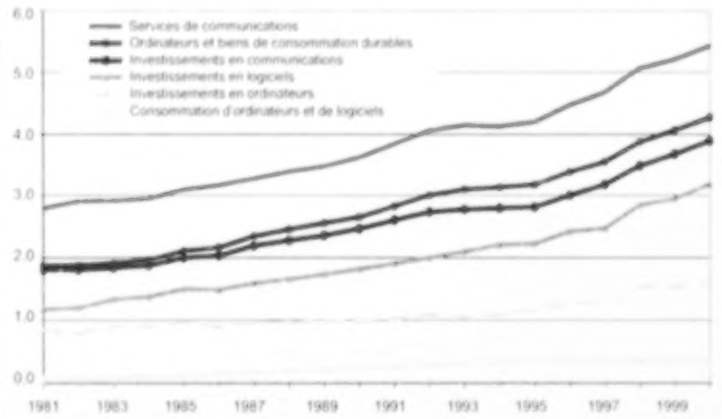
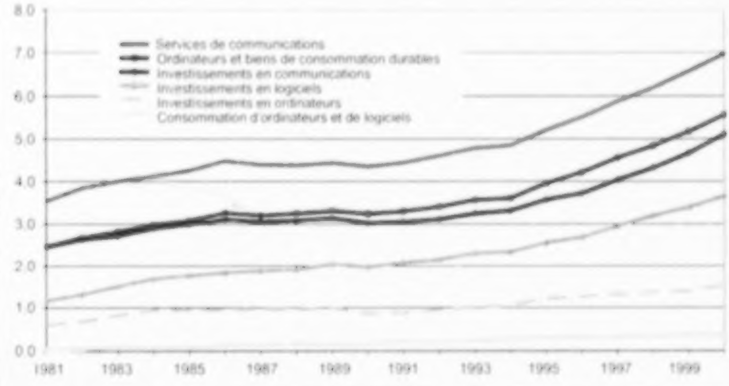


Figure 1b

Part des TI, par type, en termes de production, États-Unis (pourcentage du produit intérieur brut, en dollars courants)



Services de capital

Nous présentons dans cette section les chiffres sur les flux des services du capital des secteurs privés canadien et américain de 1981 à 2000. Nous faisons d'abord appel aux données sur les investissements contenues dans les CRD et les NIPA; la méthode de l'inventaire permanent permet d'établir les stocks de capital, qui peuvent être agrégés en utilisant les prix des services comme pondérations. Cette approche, développée par Jorgenson et Griliches (1967), est fondée sur l'identification des prix de services à la productivité marginale des différentes catégories de capital. Les prix des services ainsi estimés comprennent le coût du capital, qui est un facteur d'annualisation servant à transformer le prix d'un actif en prix de l'intrant capital correspondant. Le coût du capital comprend le taux de rendement nominal, le taux de dépréciation et le taux de perte en capital attribuable à la baisse des prix.

Dans notre cadre agrégé, nous devons disposer d'une mesure globale des services de capital pour toutes les catégories d'immobilisations renouvelables, d'actifs de consommation durables, de stocks et de terrains. Nous utilisons des indices de volume applicables à ces actifs pour obtenir des données agrégées — services de capital, stocks de capital et séries de données sur les investissements.

La définition du capital englobe tous les actifs corporels des économies du secteur privé canadiennes et américaines, le matériel et les structures, de même que les stocks, les terrains et les biens durables des consommateurs et des administrations publiques. Aux fins de la présente comparaison entre le Canada et les États-Unis, les données des comptes nationaux canadiens (américains) ont été reclassées en 24 (52) catégories d'actifs non résidentiels, 4 (5) catégories d'actifs résidentiels et 13 (13) catégories de biens de consommation durables. Pour chaque catégorie d'actifs, nous avons produit une série de données sur les investissements en dollars courants et en dollars en chaîne. Bien que les prix implicites de certains actifs, en particulier ceux associés aux technologies de l'information, n'évoluent pas de la même façon au Canada qu'aux États-Unis, ces différences n'ont pas une grande incidence sur l'ampleur de la contribution des technologies de l'information à la production, à l'intrant capital et à la croissance de la productivité (se reporter à Harchaoui et Tarkhani, 2004a).

Les stocks de capital ont ensuite été estimés à l'aide de la méthode de l'inventaire perpétuel et d'un taux de dépréciation géométrique. On a procédé à l'estimation économétrique des taux de dépréciation pour le Canada à partir d'une courbe âge-prix, sur la base d'un échantillon regroupant 30 000 observations dont dispose

Statistique Canada sur des actifs non résidentiels usagés datant des années 1987 à 1995 (Harchaoui et Tarkhani, 2003). Les taux de dépréciation pour les États-Unis sont établis d'après les estimations effectuées par le Bureau of Economic Analysis au cours des années 80 (se reporter à Fraumeni, 1997), exception faite des automobiles, des logiciels et des ordinateurs, pour lesquels les taux ont été calculés par Dale Jorgenson et ses collaborateurs (se reporter à Jorgenson et Stiroh, 2000, p. 203).

En général, les taux de dépréciation sont plus élevés au Canada qu'aux États-Unis pour les actifs similaires des technologies de l'information. Dans l'univers du stock de capital, cela peut conduire à une croissance moins rapide du stock de capital au Canada qu'aux États-Unis. Toutefois, tandis que les taux de dépréciation sont plus élevés au Canada, les baisses de prix des technologies de l'information ont tendance à y être moins accentuées. Dans l'optique des services du capital, pour un taux de rendement donné, des taux de dépréciation plus élevés au Canada sont compensés par une baisse plus rapide des prix aux États-Unis, de sorte que ces deux écarts de mesure tendent à s'annuler. Il se peut donc que, dans l'univers des services de capital, les écarts de mesure entre les deux pays n'aient qu'une incidence limitée en ce qui concerne la productivité.

Les investissements des entreprises en technologies de l'information et les acquisitions d'ordinateurs, de logiciels et de matériel de communications par les ménages et les administrations publiques ont connu une croissance spectaculaire au cours des dernières années mais demeurent néanmoins relativement modestes. Au Canada, les stocks d'actifs des technologies de l'information ne représentaient au total que 3,0 p. 100 des stocks domestiques de capital corporel en 2000, comparativement à 1,5 p. 100 en 1981 (4,8 et 2,5 p. 100, respectivement, aux États-Unis).

Les flux de services de capital reliés aux biens durables utilisés par les ménages et les administrations publiques sont pris en compte aux fins de mesurer, à la fois, la production et les intrants. Une proportion en hausse soutenue de ces flux est associée aux investissements en technologies de l'information. Il faut inclure les investissements en technologies de l'information des entreprises, des ménages et des administrations publiques dans le calcul du PIB, de même que les services de capital des technologies de l'information destinés aux ménages et aux administrations publiques, de manière à tenir compte de l'incidence globale des technologies de l'information sur l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis.

Les figures 2a et 2b présentent les flux de services de capital reliés aux technologies de l'information, exprimés en proportion du revenu intérieur brut du capital. Bien que les actifs des technologies de l'information ne constituent que 3,0 p. 100 de l'ensemble du capital en 2000 (4,8 p. 100 aux États-Unis), ces figures permettent de constater que la part des services des technologies de l'information — ou la part du coût du capital — est deux fois plus élevée que la part des actifs correspondants : elle se chiffrait à 6,8 p. 100 au Canada en 2000 (10,4 p. 100 aux États-Unis), soit plus du double de ce qu'elle était en 1981 (3,1 p. 100 au Canada, 4,3 p. 100 aux États-Unis). Cela tient à la baisse rapide des prix et aux taux de dépréciation élevés pris en compte lors de l'établissement des prix locatifs applicables aux produits des technologies de l'information.

Les figures 2a et 2b montrent également que l'importance des services des technologies de l'information a rapidement pris de l'ampleur, ce qui découle de la baisse de plus en plus rapide des prix dans ce domaine. De 1995 à 2000, le prix des services de capital des ordinateurs a chuté de 16,6 p. 100 par année au Canada (21,5 p. 100 aux États-Unis), tandis que l'intrant capital associé aux ordinateurs augmentait de 39,5 p. 100 (41,8 p. 100 aux États-Unis) (se reporter aux tableaux 2a et 2b). En conséquence, la valeur des services reliés aux ordinateurs a sensiblement augmenté. Cela dit, en 2000, la part du coût du capital applicable aux ordinateurs ne représentait que 2,5 p. 100 du revenu intérieur brut au Canada (2,7 p. 100 aux États-Unis), contre 1,6 p. 100 en 1995 (2,1 p. 100 aux États-Unis).

La rapide accumulation des logiciels est moins affectée par la baisse des prix des services au Canada qu'aux États-Unis. Au Canada, le prix des services de logiciels a diminué de 2,6 p. 100 par année entre 1995 et 2000, contre 4,3 p. 100 aux États-Unis (se reporter aux tableaux 2a et 2b). Malgré cela, l'accumulation de logiciels par les entreprises canadiennes a été très rapide, les services de capital réel enregistrant une croissance annuelle de 15,3 p. 100, ce qui est nettement plus qu'aux États-Unis (8,5 p. 100). L'explication en est peut-être que les canadiens réagissent à la baisse des prix des ordinateurs en investissant dans des intrants complémentaires, comme les logiciels. Les prix des services du matériel de communications ont fléchi de 2,3 p. 100 aux États-Unis, alors qu'ils ont augmenté de 1,8 p. 100 au Canada. Cela a eu pour conséquence une croissance des services de capital de communications deux fois plus rapide aux États-Unis qu'au Canada de 1995 à 2000.

Figure 2a

Part des TI, par type, en termes de coût des intrants, Canada (pourcentage du revenu intérieur brut du capital, en dollars courants)

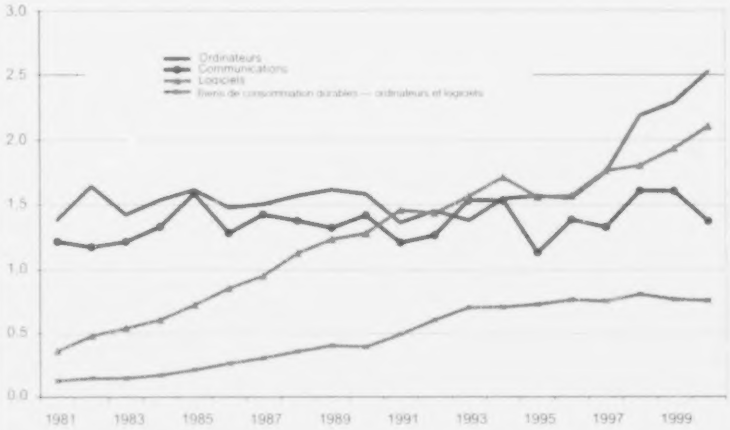
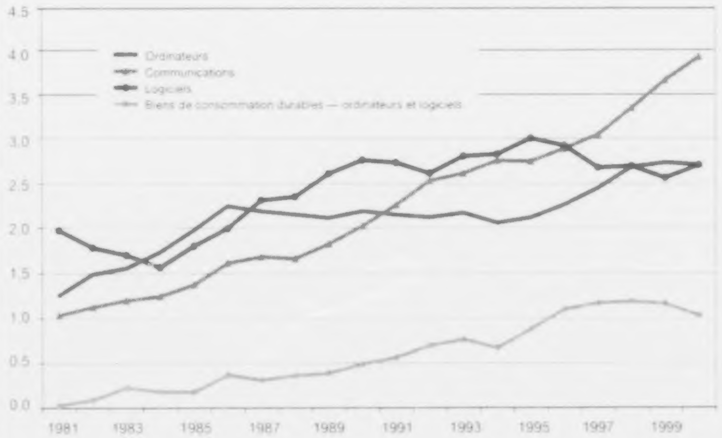


Figure 2b

Part des TI, par type, en termes de coût des intrants, États-Unis (pourcentage du revenu intérieur brut du capital, en dollars courants)



Les tableaux 2a et 2b exposent en outre les estimations touchant les flux de services de capital des technologies de l'information ainsi que les indices de prix correspondants pour la période allant de 1981 à 2000. La croissance annuelle des services de capital des technologies de l'information a fait un bond : de 12,6 p. 100 entre 1988 et 1995, elle est passée à 25,1 p. 100 entre 1995 et 2000 aux États-Unis; pendant ce temps, la croissance des services de capital non reliés aux technologies de l'information passait de 2,1 à 3,4 p. 100. Il s'agit d'un renversement de la tendance au ralentissement de la croissance des services du capital observée jusqu'en 1995. En revanche, entre ces deux périodes, la croissance des services de capital des technologies de l'information au Canada a connu une augmentation modérée, étant passée de 15,6 à 22,0 p. 100, comparativement à une hausse de 1,1 à 1,8 p. 100 dans le cas des services de capital non reliés aux technologies de l'information.

Services du travail

Dans cette section, nous présentons des estimations portant sur l'intrant travail associé aux travailleurs ayant fait des études universitaires et aux autres travailleurs dans l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis de 1981 à 2000. Les principales sources de données sont les recensements de la population (menés tous les cinq ans au Canada et tous les dix ans aux États-Unis), des enquêtes annuelles (Enquête sur la population active pour le Canada, *Current Population Survey* pour les États-Unis), les comptes de productivité du Canada et les NIPA concernant le nombre total d'heures travaillées et la rémunération du travail.

Les recensements de la population fournissent des données détaillées sur les emplois, les heures et la rémunération du travail pour différents groupes démographiques au cours des années de recensement. Les données recueillies lors des enquêtes annuelles servent à interpoler des données similaires à l'égard des années intercalaires, tandis que les données des comptes de productivité du Canada et des NIPA fournissent des totaux de contrôle. Les groupes démographiques comprennent 112 types de travailleurs, recoupés selon la catégorie (employés, travailleurs indépendants, non rémunérés), l'âge (de 15 à 17 ans, de 18 à 24 ans, de 25 à 34 ans, de 35 à 44 ans, de 45 à 54 ans, de 55 à 64 ans, 65 ans et plus), le sexe et le niveau d'instruction (universitaire et autre)[11].

Des indices de qualité constants applicables à l'intrant travail (prix et volume) rendent compte de l'hétérogénéité de la population active en fonction du sexe, de la catégorie d'emploi, de l'âge et du niveau d'instruction. Cette approche est

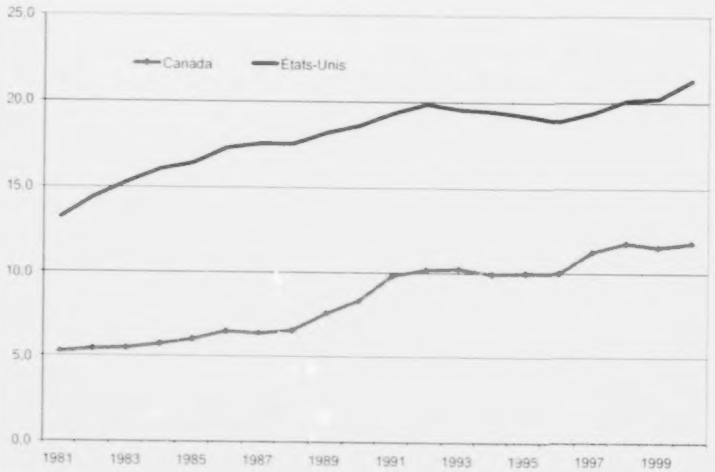
semblable à celle utilisée par Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987) pour les États-Unis, et par Gu, Kaci, Maynard et Sillamaa (2003) pour le Canada.

Les tableaux 2a et 2b présentent les estimations de l'intrant travail par catégorie de travailleur. Le taux de croissance de l'intrant travail au Canada a grimpé à 3,8 p. 100 durant la période de 1995 à 2000 (2,5 p. 100 aux États-Unis), comparativement à 1,2 p. 100 au cours de la période allant de 1988 à 1995 (1,8 p. 100 aux États-Unis). Cette hausse est attribuable d'abord à la croissance des heures travaillées — le taux de croissance étant passé de 0,3 p. 100 durant les années 1988 à 1995 (1,4 p. 100 aux États-Unis) à 3,1 p. 100 de 1995 à 2000 (2,3 p. 100 aux États-Unis) —, par suite d'une augmentation de l'activité et de la forte baisse des taux de chômage.

On peut voir à la figure 3 que la part du coût de main-d'œuvre attribuable aux travailleurs ayant fait des études universitaires en proportion du revenu intérieur brut en prix courants, qui était de 5,3 p. 100 au Canada en 1981 (13,2 p. 100 aux États-Unis), a augmenté de façon constante par la suite jusqu'au début des

Figure 3

Part des travailleurs ayant une formation universitaire en termes de coût des intrants, Canada (pourcentage du revenu intérieur brut, en dollars courants)



années 90; à partir de là, sa croissance a ralenti nettement. Par contre, au cours de la deuxième moitié de cette décennie, ce ratio a connu un rythme de croissance jamais atteint jusque-là, s'élevant à 11,8 p. 100 en 2000 (21,3 p. 100 aux États-Unis), soit plus du double de celui de 1981. Les tableaux 2a et 2b montrent que la croissance de l'intrant travail attribuable aux travailleurs ayant fait des études universitaires a été nettement supérieure à celle des autres travailleurs. Le remplacement des travailleurs sans instruction universitaire par des travailleurs ayant fait des études universitaires a été un important facteur ayant conduit à la restructuration de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis. Cette évolution est révélatrice du rôle de plus en plus grand des travailleurs du savoir par suite de l'expansion des investissements en technologies de l'information.

Mesurer le regain de vitalité de la croissance

Tant au Canada qu'aux États-Unis, l'économie du secteur privé a connu un regain remarquable depuis le milieu des années 90, regain caractérisé par la croissance plus rapide de la production, de la productivité multifactorielle et de la productivité du travail. Dans la présente section, nous mesurons les sources de la croissance durant la période de 1981 à 2000 et différentes sous-périodes. L'un de nos principaux objectifs est de rendre compte de l'accélération marquée de l'activité économique depuis 1995 et, plus particulièrement, de documenter le rôle des technologies de l'information à cet égard.

Les contributions des technologies de l'information

Les investissements des entreprises privées sont prédominants dans la production des technologies de l'information. Les acquisitions de matériel et des services des technologies de l'information par les ménages viennent au deuxième rang. Il est également tenu compte des acquisitions de matériel et de services des technologies de l'information par les administrations publiques et des exportations nettes de produits des technologies de l'information, de manière que l'examen soit exhaustif. Les entreprises, les consommateurs, les administrations publiques et les acquéreurs des produits exportés du Canada réagissent aux changements touchant les prix relatifs, ce qui a pour effet d'accroître la contribution des ordinateurs, des logiciels et du matériel de communications à la croissance du PIB.

Les tableaux 2a et 2b montrent que, de 1995 à 2000, le prix des ordinateurs au Canada a diminué de 16,7 p. 100 par année, celui des logiciels et du matériel de communications, de 1,0 et 0,1 p. 100 respectivement, et celui des services des technologies de l'information, de 10,5 p. 100 (22,1 p. 100, 1,0 p. 100, 2,2 p. 100 et 28,7 p. 100, respectivement, aux États-Unis), alors que les prix de la composante hors technologies de l'information a augmenté de 1,9 p. 100 (1,7 p. 100 aux États-Unis). En raison de cette évolution des prix, les entreprises, les ménages et les administrations publiques ont accumulé ordinateurs, logiciels et matériel de communications beaucoup plus rapidement que d'autres formes de capital.

Les figures 4a, 4b, 5a et 5b mettent en lumière la contribution croissante de la production des technologies de l'information à la croissance économique au Canada et aux États-Unis. Les figures 4a et 4b présentent la distinction entre la production associée aux technologies de l'information comparativement à celle hors technologies de l'information, tandis que les figures 5a et 5b décomposent la contribution des technologies de l'information entre leurs différents éléments.

Bien que la contribution de la composante hors technologies de l'information à la croissance du PIB continue d'être la plus importante, les figures 4a et 4b montrent que celle des technologies de l'information durant la période postérieure à 1995 a plus que doublé (0,8 point de pourcentage contre 0,3 point de pourcentage; 1,4 et 0,6 points de pourcentage, respectivement, aux États-Unis). Mais malgré cette augmentation, la plus grande partie de la croissance du PIB à la fin des années 90 dans les deux pays était attribuable à la composante hors technologies de l'information (82 p. 100 au Canada, 71 p. 100 aux États-Unis). Les figures 5a et 5b nous apprennent pour leur part que les investissements en ordinateurs représentaient la principale contribution reliée aux technologies de l'information à la fin des années 90, mais aussi que l'importance des investissements en logiciels et en matériel de communications s'est accrue.

On trouve aux figures 6a, 6b, 7a et 7b une décomposition similaire de l'intrant capital associé aux technologies de l'information. La contribution de cette composante à la croissance de l'intrant capital dans son ensemble a augmenté, quoique pas autant que celle des technologies de l'information à la croissance de la production. Les figures 6a et 6b montrent que la contribution des technologies de l'information à l'intrant capital a moins que doublé entre les années 80 et la fin des années 90 (de 0,8 point de pourcentage à 1,3 points de pourcentage). En revanche, aux États-Unis, la contribution des technologies de l'information à l'intrant capital a doublé au cours de la même période, passant de 1,2 à 2,4 points de pourcentage. Les figures 7a et 7b montrent que, comme dans le cas de la production, les

ordinateurs représentent la principale contribution reliée aux technologies de l'information à l'intrant capital. Ceci tient à la part croissante des investissements en ordinateurs et à l'accélération du rythme de croissance de ces investissements à la fin des années 90.

Ainsi que nous l'avons indiqué, la structure de la production agrégée a évolué, la place des technologies de l'information ayant pris de l'importance, et le capital injecté dans l'économie a été transféré à un rythme rapide dans des actifs des technologies de l'information. Par suite de ces changements, la composition de la population active a elle aussi évolué vers les travailleurs ayant fait des études universitaires. Par suite de la baisse du taux de chômage à la fin des années 90, des travailleurs ayant un niveau d'instruction et des antécédents professionnels très variés ont pu joindre les rangs de la population active ayant un emploi. La contribution de ces travailleurs vient au premier rang des sources de la croissance de l'intrant travail aux États-Unis de 1981 à 2000, bien que les travailleurs sans instruction universitaire soient plus nombreux (figures 8a et 8b, tableau 1). Les choses sont bien différentes au Canada, où la contribution des travailleurs sans instruction universitaire a été au cœur de la croissance de l'intrant travail. La contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires a augmenté au Canada entre les années 80 et la fin des années 90, alors qu'elle a diminué aux États-Unis, ce qui fait que l'écart entre les deux pays dans ce domaine s'est rétréci.

Dans les deux pays, les travailleurs ayant fait des études universitaires ont un produit marginal moyen supérieur, ainsi que le montre l'avantage salarial rattaché aux études universitaires. Au Canada, l'avantage salarial des travailleurs ayant fait des études universitaires était de 13 067 $ en 1981, de 18 395 $ en 1988, de 26 738 $ en 1995 et de 31 806 $ en 2000 (aux États-Unis, il était de 13 399 $US en 1981, de 20 453 $US en 1988, de 27 086 $US en 1995 et de 33 426 $US en 2000). Le nombre des travailleurs de cette catégorie a augmenté plus rapidement que celui des autres travailleurs. Leur contribution modeste à la croissance de l'intrant travail au Canada s'explique en partie par la faible part du revenu intérieur brut qu'ils représentent comparativement aux États-Unis.

Figure 4a

Contribution des TI au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

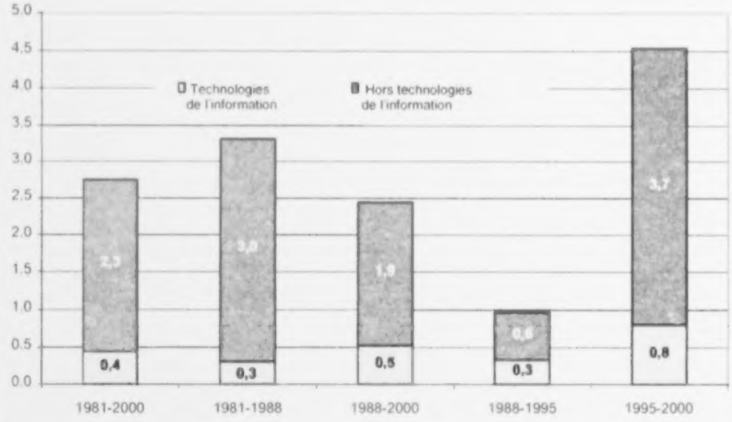


Figure 4b

Contribution des TI au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

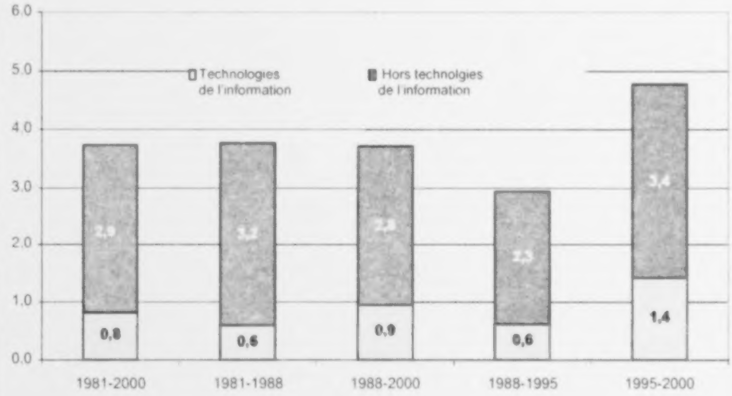


Figure 4a

Contribution des TI au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

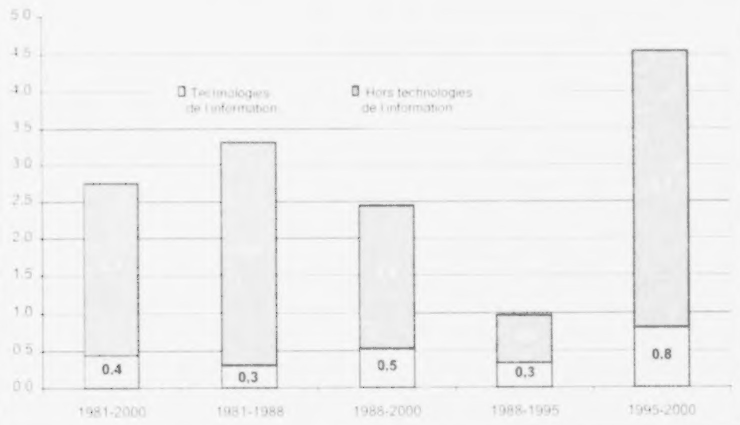


Figure 4b

Contribution des TI au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

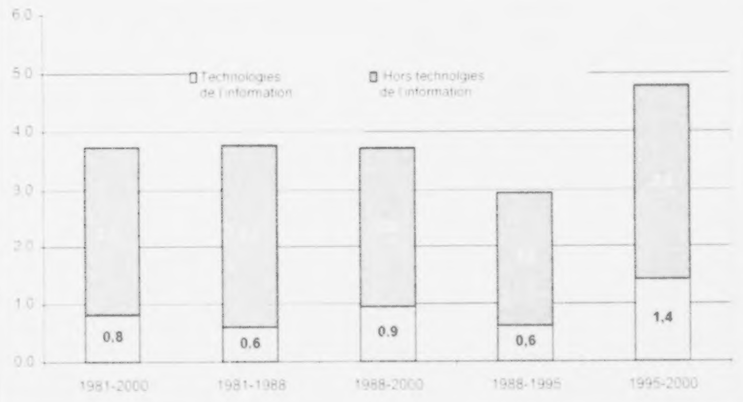


Figure 5a

Contribution des TI, par type, au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

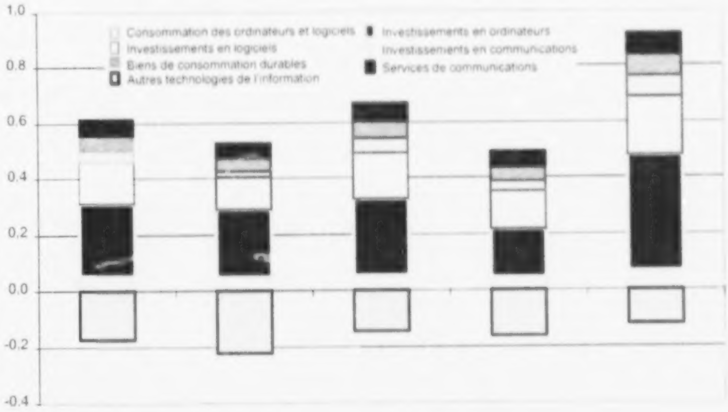


Figure 5b

Contribution des TI, par type, au produit intérieur brut de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

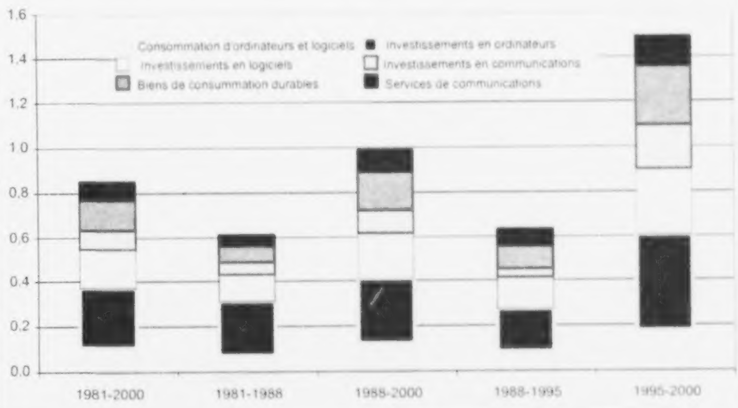


Figure 6a

Contribution des TI à l'intrant capital de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

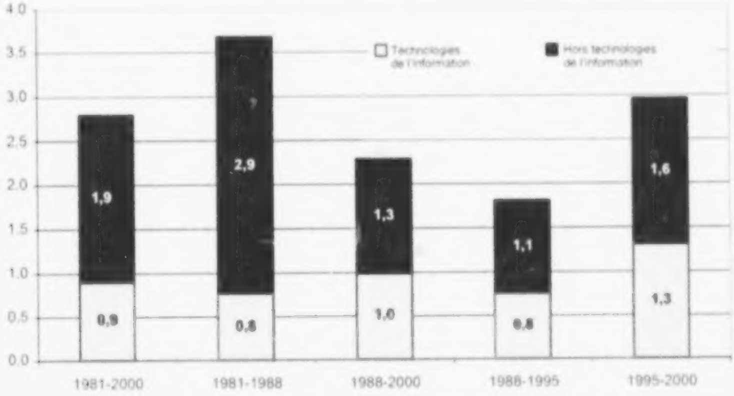


Figure 6b

Contribution des TI à l'intrant capital de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

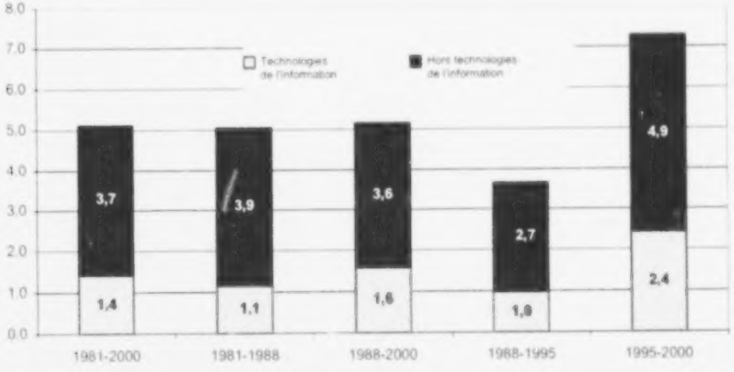


Figure 6a

Contribution des TI à l'intrant capital de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

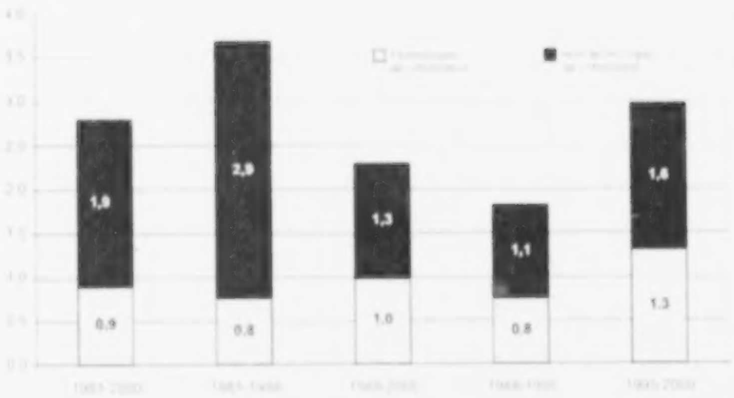


Figure 6b

Contribution des TI à l'intrant capital de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

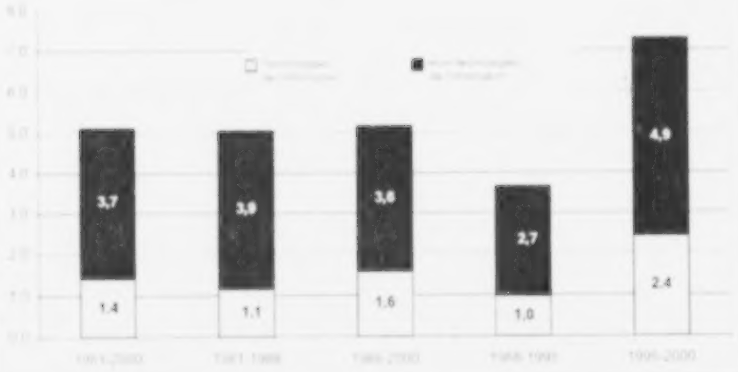


Figure 7a

Contribution des TI, par type, à l'intrant capital de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

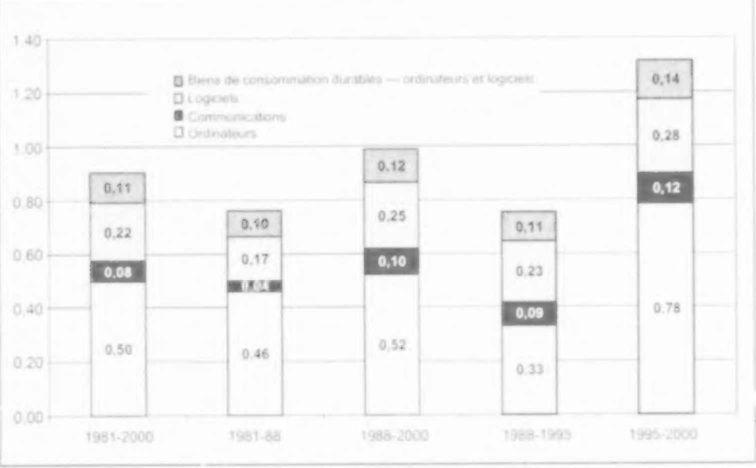


Figure 7b

Contribution des TI, par type, à l'intrant capital de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

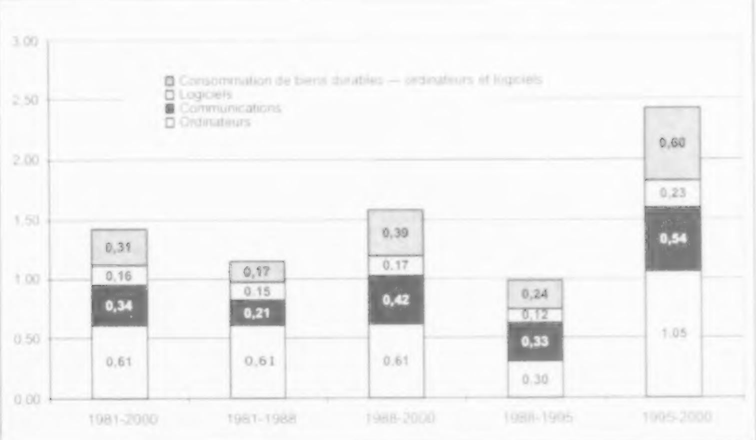


Figure 8a

Contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires à l'intrant travail de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel, %)

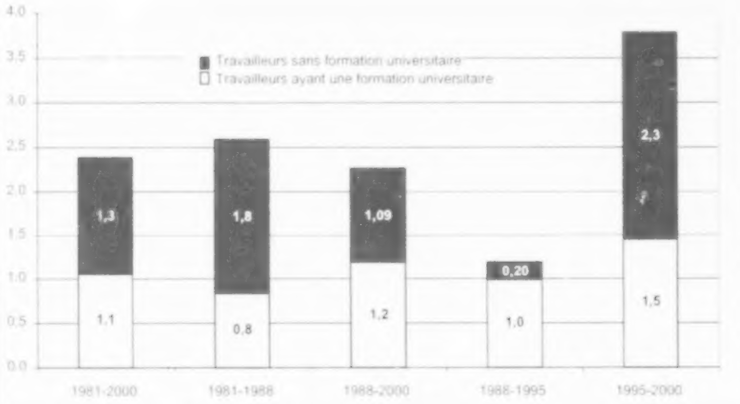


Figure 8b

Contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires à l'intrant travail de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel, %)

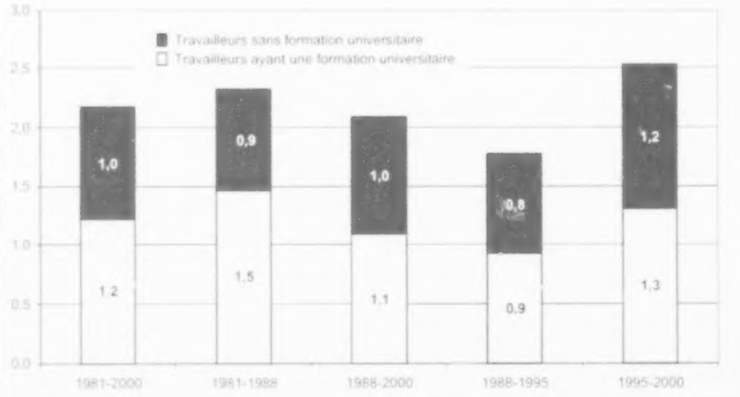


Figure 7a

Contribution des TI, par type, à l'intrant capital de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

Figure 7b

Contribution des TI, par type, à l'intrant capital de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

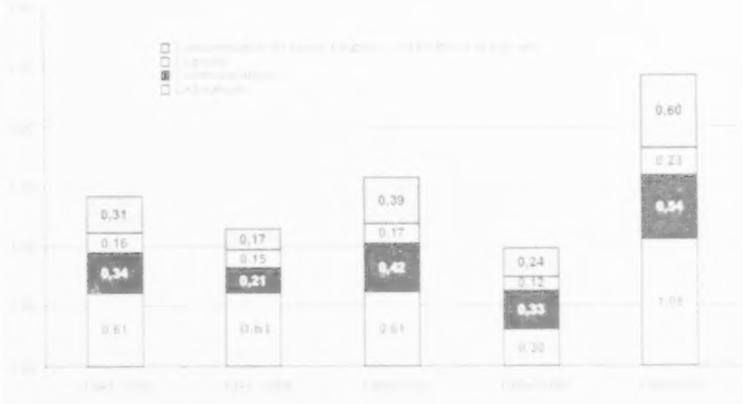


Figure 8a

Contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires à l'intrant travail de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel, %)

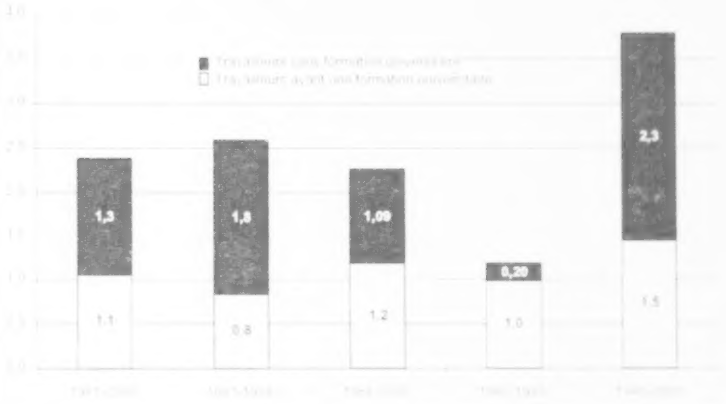
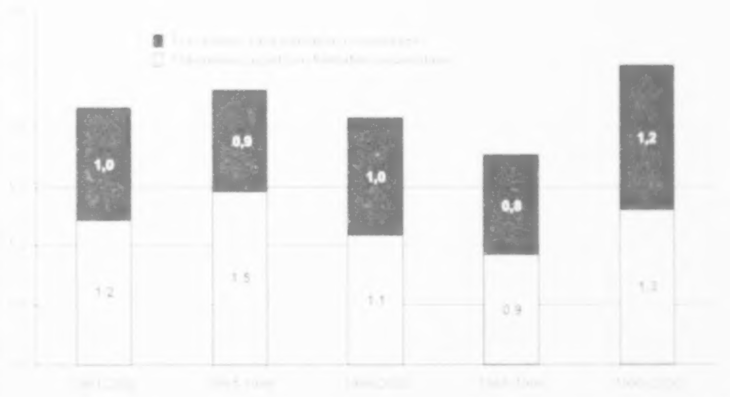


Figure 8b

Contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires à l'intrant travail de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel, %)



L'importance de la contribution des travailleurs ayant fait des études universitaires (malgré la faible proportion qu'ils représentent) s'explique peut-être par le rapport de complémentarité entre ces derniers et le capital des technologies de l'information, de sorte que le fléchissement des prix des technologies de l'information entraîne une hausse de la demande, à la fois, de capital des technologies de l'information et de travailleurs ayant fait des études universitaires[12]. Une autre explication est que la croissance de la productivité est biaisée en faveur des travailleurs ayant fait des études universitaires, ce qui rend ces derniers relativement plus productifs que les autres travailleurs

Sources de la croissance économique

Dans cette section, nous exposons les sources de la croissance du PIB au Canada et aux États-Unis pour l'ensemble de la période allant de 1981 à 2000 ainsi que pour les différentes sous-périodes considérées. Les contributions des intrants capital et travail et de la productivité multifactorielle à cette croissance sont présentées aux tableaux 3a et 3b. Au Canada, la contribution des services de capital a été de 1,35 points de pourcentage, celle des services du travail, de 1,12 points de pourcentage et celle de la croissance de la productivité multifactorielle, de 0,22 point de pourcentage (1,81, 1,20 et 0,63 points de pourcentage, respectivement, aux États-Unis). La croissance des intrants est à la source de 93 p. 100 de la croissance de l'économie canadienne au cours des deux dernières décennies, comparativement à 7 p. 100 pour la productivité multifactorielle (17 p. 100 aux États-Unis).

L'examen de l'économie canadienne avant et après 1988 permet de déceler certaines caractéristiques familières de la situation passée. Après une croissance robuste de la production et une croissance modeste de la productivité multifactorielle au cours des années 80, l'économie du secteur privé au Canada a beaucoup ralenti au début des années 90, la croissance de la production étant passée de 3,24 à 2,37 p. 100 et celle de la productivité multifactorielle, de 0,51 à 0,06 p. 100, soit une chute très marquée. On a observé un fléchissement similaire de la croissance des intrants primaires, de 1,52 à 1,26 p. 100 dans le cas de l'intrant capital et de 1,23 à 1,06 p. 100 dans celui de l'intrant travail. Au contraire, dans le cas des États-Unis, le léger ralentissement de la croissance du PIB réel (de 3,76 à 3,70 p. 100) et des intrants primaires (de 3,19 à 3,04 p. 100) s'est traduit par une amélioration de la croissance de la productivité multifactorielle, qui est passée de 0,56 à 0,67 p. 100.

Tableau 3a

Sources de la croissance du produit intérieur brut, Canada (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
			Production		
Produit intérieur brut (PIB)	2,69	3,24	2,37	0,90	4,46
Contribution des technologies de l'information-PIB	0,43	0,30	0,51	0,31	0,79
Consommation d'ordinateurs et de logiciels	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07
Investissements en ordinateurs	0,25	0,24	0,26	0,16	0,40
Investissements en logiciels	0,14	0,11	0,16	0,12	0,20
Investissements en communications	0,04	0,02	0,05	0,03	0,08
Biens de consommation durables	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07
Services de communications	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08
Autres	-0,17	-0,22	-0,14	-0,15	-0,12
Contributions hors technologies de l'information	2,26	2,95	1,86	0,59	3,68
Services de logement	0,38	0,40	0,37	0,38	0,35
Investissements en logement	0,10	0,35	-0,05	-0,24	0,24
Autres	1,79	2,21	1,54	0,46	3,09

Tableau 3a (suite)

Sources de la croissance du produit intérieur brut, Canada (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
			Intrants		
Revenu intérieur brut	2,47	2,74	2,31	1,51	3,45
Contribution des services du capital	1,35	1,52	1,26	0,95	1,68
Contribution des technologies de l'information	0,44	0,31	0,54	0,39	0,75
Ordinateurs	0,24	0,19	0,28	0,17	0,44
Communications	0,04	0,02	0,05	0,04	0,07
Logiciels	0,10	0,07	0,13	0,12	0,16
Biens de consommation durables	0,05	0,04	0,07	0,06	0,08
Contribution hors technologies de l'information	0,91	1,20	0,72	0,56	0,94
Autres machines et matériel	0,16	0,11	0,21	0,09	0,37
Autres biens durables	0,10	0,25	-0,01	-0,10	0,13
Logement	0,39	0,58	0,25	0,36	0,07
Autres	0,26	0,26	0,27	0,20	0,36
Contribution des services du travail	1,12	1,23	1,06	0,56	1,77
Travailleurs ayant fait des études universitaires	0,50	0,40	0,56	0,47	0,68
Travailleurs sans formation universitaire	0,62	0,83	0,50	0,08	1,09
Productivité multifactorielle	0,22	0,51	0,06	-0,60	1,01

Notes : La contribution de la production ou de l'intrant est le produit du taux de croissance et de la part en valeur.
Les contributions sont définies dans l'équation (2) dans le texte.

Tableau 3b

Sources de la croissance du produit intérieur brut, États-Unis (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
	Production				
Produit intérieur brut (PIB)	3,72	3,76	3,70	2,94	4,78
Contribution des technologies de l'information-PIB	0,82	0,60	0,95	0,61	1,42
Consommation d'ordinateurs et de logiciels	0,10	0,07	0,12	0,08	0,17
Investissements en ordinateurs	0,26	0,23	0,27	0,18	0,41
Investissements en logiciels	0,17	0,12	0,20	0,14	0,28
Investissements en communications	0,08	0,05	0,10	0,04	0,19
Biens de consommation durables	0,13	0,07	0,16	0,10	0,25
Services de communications	0,08	0,05	0,10	0,08	0,13
Autres	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contributions hors technologies de l'information	2,91	3,16	2,76	2,33	3,36
Services de logement	0,15	0,17	0,14	0,14	0,15
Investissements en logement	0,17	0,30	0,09	0,01	0,20
Autres	2,59	2,70	2,53	2,18	3,01

Tableau 3b (suite)

Sources de la croissance du produit intérieur brut, États-Unis (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
			Intrants		
Produit intérieur brut (PIB)	3,09	3,19	3,04	2,34	4,02
Contribution des services du capital	1,89	1,88	1,90	1,36	2,66
Contribution des technologies de l'information	0,53	0,43	0,58	0,37	0,88
Ordinateurs	0,23	0,23	0,23	0,11	0,38
Communications	0,13	0,08	0,15	0,12	0,20
Logiciels	0,06	0,06	0,06	0,04	0,08
Biens de consommation durables	0,12	0,06	0,14	0,09	0,22
Contribution hors technologies de l'information	1,37	1,46	1,32	0,99	1,78
Autres machines et matériel	0,56	0,49	0,60	0,39	0,89
Autres biens durables	0,36	0,45	0,31	0,24	0,42
Logement	0,24	0,25	0,23	0,21	0,27
Autres	0,21	0,27	0,17	0,16	0,20
Contribution des services du travail	1,20	1,31	1,14	0,98	1,36
Travailleurs ayant fait des études universitaires	0,77	0,76	0,78	0,89	0,73
Travailleurs sans formation universitaire	0,43	0,56	0,36	0,09	0,63
Productivité multifactorielle	0,63	0,56	0,67	0,60	0,76

Notes : La contribution de la production ou de l'intrant est le produit du taux de croissance et de la part en valeur.
Les contributions sont définies dans l'équation (2) dans le texte.

Au cours de la période postérieure à 1995, la contribution de l'intrant travail au nouvel élan de croissance au Canada s'est chiffrée à 1,77 points de pourcentage, comparativement à 1,68 points de pourcentage pour l'intrant capital. Aux États-Unis, la contribution de l'intrant capital a été supérieure à celle de l'intrant travail (2,66 points de pourcentage contre 1,36). La hausse du nombre d'heures travaillées s'est accentuée en parallèle avec une baisse du taux de chômage, qui a atteint son niveau le plus bas en dix ans. Il y a eu un net resserrement des marchés du travail, malgré la hausse du taux d'activité. La contribution à la croissance du PIB canadien des travailleurs ayant fait des études universitaires a atteint les deux tiers d'un point de pourcentage environ et celle des autres travailleurs, un peu plus d'un point de pourcentage (0,73 et 0,63 point de pourcentage, respectivement, aux États-Unis). Enfin, le dernier 1,0 point de pourcentage (0,76 point de pourcentage aux États-Unis) est relié à une croissance plus rapide de la productivité multifactorielle.

La contribution de l'intrant capital reflète la forte hausse des investissements à la fin des années 90, les entreprises, les ménages et les administrations publiques consacrant des ressources à des installations et à du matériel, en particulier des ordinateurs, des logiciels et du matériel de communications. La contribution des services de capital des technologies de l'information a connu une hausse constante de 1988 à 2000, conséquence de la baisse de plus en plus rapide des prix dans le domaine des technologies de l'information. Cette contribution des services de capital des technologies de l'information s'est accompagnée d'une contribution importante de l'intrant travail reliée aux travailleurs ayant fait des études universitaires.

Après s'être maintenue à 0,51 p. 100 en moyenne de 1981 à 1988, la croissance annuelle de la productivité multifactorielle a chuté à -0,6 p. 100 de 1988 à 1995, avant de rebondir à 1,0 p. 100 de 1995 à 2000. Il s'agit d'une importante source de croissance de la production et de la productivité du travail au sein de l'économie du secteur privé au Canada. Bien que la croissance de la productivité multifactorielle de 1995 à 2000 soit inférieure aux taux enregistrés durant les années 60, l'économie du secteur privé au Canada connait un regain de vitalité après quinze ans de croissance anémique de la productivité.

Nos résultats montrent que la reprise récente de l'économie du secteur privé au Canada a fait grimper le taux de croissance du PIB réel de 3,56 p. 100 points de pourcentage lorsque l'on compare la période allant de 1995 à 2000 à celle allant de 1988 à 1995. La contribution de l'intrant capital à la reprise postérieure à 1995 se chiffre à 0,73 point de pourcentage (1,30 points de pourcentage pour les États-Unis), dont

un peu moins de la moitié est attribuable à la progression de l'intrant capital relié aux technologies de l'information et l'autre moitié, à une accumulation plus rapide d'actifs hors technologies de l'information. En revanche, pour les États-Unis, presque 2/3 de la croissance de l'intrant capital entre les deux périodes est attribuable à la composante hors technologies de l'information (0,79 point de pourcentage comparativement à 0,51 pour les technologies de l'information). L'intrant travail a contribué pour 1,21 point de pourcentage au regain de vitalité de la croissance (0,38 point de pourcentage pour les États-Unis). Les travailleurs ayant fait des études universitaires ont contribué pour un peu plus que 2/10 de point de pourcentage à cette reprise de la croissance. Aux États-Unis, les travailleurs ayant fait des études universitaires ont affiché une contribution négative à la croissance de l'ensemble de l'intrant travail (-0,16 point de pourcentage), comparativement à 0,54 point de pourcentage pour ceux sans formation universitaire. Une croissance plus rapide de la productivité multifactorielle au Canada a contribué au 1,61 point de pourcentage restant (0,16 point de pourcentage pour les États-Unis)[13].

Sources de la croissance de la productivité du travail

La croissance de la production est la somme de la croissance des heures travaillées et de celle de la productivité du travail. Au tableau 4, on procède à une ventilation entre heures travaillées et productivité du travail pour les mêmes périodes que dans les tableaux précédents. Au cours de la période allant de 1981 à 2000, la croissance de la productivité du travail au Canada n'a pas été le facteur dominant au chapitre de la croissance de la production; en effet, elle a progressé d'à peine plus de 1,01 p. 100 par année durant cette période, contre 1,64 p. 100 environ pour les heures travaillées. Les choses ont été différentes aux États-Unis : la productivité du travail a été une source de croissance de la production aussi importante que les heures travaillées, représentant 49 p. 100 de la croissance de la production (comparativement à 38 p. 100 au Canada).

La croissance de la productivité du travail dépend de l'intensité du capital, de l'amélioration de la qualité du travail et de l'augmentation de la productivité multifactorielle. Nous avons subdivisé l'intensité du capital entre la composante reliée aux technologies de l'information et celle hors technologies de l'information; de même, nous avons subdivisé l'amélioration de la qualité du travail entre travailleurs ayant fait des études universitaires et autres travailleurs, et nous avons réaffecté les heures travaillées entre ces deux catégories de travailleurs.

Tableau 4

Sources de la croissance de la productivité du travail (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis
Productivité du travail	1,03	1,83	1,25	1,70	0,91	1,90	0,62	1,51	1,31	2,46
Produit intérieur brut	2,69	3,72	3,24	3,76	2,37	3,70	0,90	2,94	4,46	4,78
Heures travaillées	1,64	1,86	1,97	2,02	1,45	1,77	0,28	1,42	3,11	2,26
Contribution de l'intensité du capital	0,47	1,04	0,46	0,98	0,47	1,08	0,79	0,72	0,03	1,57
Technologies de l'information	0,34	0,42	0,19	0,34	0,52	0,46	0,39	0,29	-0,27	0,69
Hors technologies de l'information	0,13	0,62	0,27	0,64	-0,05	0,62	0,40	0,43	0,29	0,88
Contribution de la composition de la main-d'œuvre	0,34	0,16	0,29	0,16	0,38	0,16	0,44	0,19	0,28	0,13
Travailleurs ayant fait des études universitaires	0,03	-0,02	0,02	-0,05	0,04	-0,01	0,05	0,00	0,02	-0,01
Travailleurs sans formation universitaire	0,19	0,06	0,19	0,04	0,19	0,07	0,22	0,10	0,14	0,04
Réallocation des heures	0,12	0,12	0,07	0,18	0,15	0,09	0,17	0,09	0,12	0,10
Productivité multifactorielle	0,22	0,63	0,54	0,56	0,06	0,67	-0,60	0,60	1,01	0,76
Technologies de l'information	0,07	0,33	0,06	0,28	0,07	0,35	0,04	0,22	0,11	0,54
Hors technologies de l'information	0,15	0,30	0,35	0,28	0,00	0,32	-0,69	0,38	0,98	0,22

Le tableau 4 expose le ralentissement notoire de la productivité du travail survenu au début des années 90 et le compare à la situation qui prévalait durant les années 80; il met aussi en lumière la croissance accélérée de la productivité du travail à la fin des années 90. Le ralentissement survenu au début des années 90 est principalement le fait de la baisse de la croissance de la productivité multifactorielle (intensité du capital aux États-Unis). La croissance de la productivité du travail a diminué au Canada au début des années 90, en parallèle avec le déclin de la productivité multifactorielle (au Canada) et de l'intensité du capital (aux États-Unis), ce qui a été contrebalancé en partie seulement par un regain au chapitre de l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre. Un ralentissement de la hausse des heures travaillées, jumelé à une baisse de la croissance de la productivité du travail au cours de la période allant de 1988 à 1995, a donné lieu à un recul plus marqué de la croissance de la production.

L'accélération de la croissance de la production au Canada entre 1988-1995 et 1995-2000 tient principalement à la croissance des heures travaillées, qui est passée de 0,28 à 3,11 p. 100 (de 1,42 à 2,26 p. 100 aux États-Unis) et à celle de la productivité du travail, qui, de, 0,62 p. 100, a grimpé à 1,31 p. 100 durant la période (de 1,51 à 2,46 p. 100 aux États-Unis). Les sources de ce rebondissement de la productivité au Canada et aux États-Unis ne sont pas les mêmes. Au Canada, la contribution de la productivité multifactorielle s'est élevée à 1,01 point de pourcentage (77 p. 100 de la croissance de la productivité du travail), ce qui a contrebalancé le reflux de l'intensité du capital et de la qualité de la main-d'œuvre. Aux États-Unis, les contributions associées à l'intensité du capital et à la productivité multifactorielle ont été de 1,57 et de 0,76 points de pourcentage, respectivement (contribuant ainsi, respectivement, pour 31 p. 100 et 64 p. 100 de la croissance de la productivité du travail), ce qui a contrebalancé dans une large mesure le fléchissement de la qualité de la main-d'œuvre. La contribution associée à la réallocation des heures, compte tenu de l'évolution de la population active en faveur d'activités plus productives, a été significative dans les deux pays.

Sources sectorielles de croissance de la productivité

But

Nous avons étudié les sources de la croissance économique agrégée au Canada et aux États-Unis, et nous avons établi que la croissance accélérée de la productivité multifactorielle a contribué de façon importante à la reprise récente de la croissance — particulièrement au Canada. Nous allons maintenant nous pencher

sur les données sectorielles afin de retracer la contribution des industries productrices des technologies de l'information à la croissance agrégée de la productivité multifactorielle. Avant de procéder à la ventilation sectorielle des gains de productivité multifactorielle, il est utile de mentionner que le chapitre du présent volume préparé par Ho, Rao et Tang porte également sur la question de la ventilation sectorielle. Il faut cependant souligner les différences qui existent entre les deux études concernant le champ d'observation des industries productrices des technologies de l'information, le domaine de définition de la croissance agrégée de la productivité multifactorielle et la méthode d'agrégation.

D'abord, Ho, Rao et Tang emploient la notion de secteur des entreprises utilisée dans les comptes de productivité du Canada et par le BLS, cette notion ayant une portée plus étroite que celle de la notion d'économie du secteur privé utilisée dans notre étude. Celle-ci inclut, outre le secteur des entreprises, les logements occupés par le propriétaire et les flux de services issus des biens de consommation durables. Ensuite, notre méthode repose sur une approche descendante, alors que celle de Ho, Rao et Tang est fondée sur une approche ascendante. Également, selon la définition retenue, les industries productrices des technologies de l'information englobent deux industries manufacturières qui produisent des actifs des technologies de l'information (ordinateurs, matériel de télécommunications et logiciels) ainsi que des semi-conducteurs. Il s'agit de l'industrie des ordinateurs et celle du matériel de communications et du matériel électronique. Pour leur part, Ho, Rao et Tang retiennent, en plus de ces deux industries, celle des services de communications. En dépit de ces différences, les tendances générales observées au cours des périodes sont similaires et attestent la robustesse de nos résultats.

Méthodologie et sources de données

Dans cette section, nous récapitulons les méthodes d'estimation sectorielle des sources de la croissance économique agrégée. La première composante est une fonction de production applicable à chaque industrie, la production brute étant exprimée en tant que fonction du capital, du travail, des intrants intermédiaires et du niveau technologique. La seconde composante est la méthodologie d'agrégation intersectorielle élaborée par Domar aux fins d'obtenir une mesure agrégée de la productivité. Le reste de cette section résume la méthode et les sources de données sous-jacentes, et présente les résultats.

Depuis longtemps, il est tenu compte de la distinction conceptuelle faite entre les indices de productivité sectorielle et les indices de productivité agrégée. Domar (1961) a établi un lien cohérent sur le plan interne en formulant le taux de croissance de la productivité multifactorielle agrégée en tant que moyenne pondérée des taux de croissance de la productivité sectorielle, les poids prévus étant égaux aux ratios de la production brute de chaque industrie au PIB agrégé. L'une des caractéristiques importantes des poids de Domar est que leur somme n'est pas égale à l'unité. Cela tient aux concepts de production différents qui sont utilisés au niveau agrégé et au niveau industriel. Au niveau agrégé, seuls les intrants primaires sont pris en compte, alors que l'on inclut, à la fois, les intrants primaires et les intrants intermédiaires dans les fonctions de production sectorielle. Pour une industrie donnée, la production brute sera supérieure à la valeur ajoutée, de sorte que la somme de la production brute interindustrielle sera également supérieure à la somme de la valeur ajoutée. Cette méthode de pondération suppose que la productivité multifactorielle pour l'ensemble de l'économie du secteur privé peut croître plus rapidement que la productivité au niveau d'industries données, étant donné que les gains de productivité s'amplifient à mesure qu'ils se répercutent sur l'ensemble du processus de production.

Grâce à ce cadre cohérent sur le plan interne, il devient possible de déterminer le rôle de la production des technologies de l'information en tant que source de croissance de la productivité au niveau sectoriel. Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987) ont utilisé le modèle de Domar (1961) pour remonter aux sources sectorielles de la croissance de la productivité. Plus récemment, Jorgenson et Stiroh (2000) et Jorgenson, Ho et Stiroh (à paraître) pour les États-Unis ainsi que Harchaoui et Tarkhani (2004a) pour la comparaison Canada–États-Unis ont employé le même cadre pour quantifier la contribution des industries productrices des technologies de l'information au regain de la productivité multifactorielle.

Avant de présenter les résultats, il convient de décrire les sources de données. La principale source d'information sectorielle est constituée par les bases de données KLEMS pour le Canada et les États-Unis, alimentées respectivement par les comptes de productivité du Canada et par Dale Jorgenson et ses collaborateurs. Ces deux sources de données reposent sur des concepts et méthodes similaires, en conformité avec le manuel de l'OCDE sur la mesure de la productivité (OCDE, 2001). Les données comprennent notamment des séries en dollars constants en chaîne concernant la production, le capital, le travail et les intrants intermédiaires, ainsi que le coût de chacun de ces intrants exprimé en dollars courants. Au Canada et aux États-Unis, on compte deux industries productrices de technologies de l'information, soit celle des ordinateurs et celle du matériel électronique et

du matériel de communications. Ces deux industries ne représentent qu'une petite fraction du PIB agrégé dans l'un et l'autre pays, mais elles ont connu une croissance rapide de la production au cours des vingt dernières années.

Nous devons aussi souligner deux particularités des données utilisées dans l'analyse menée au niveau des secteurs. D'abord, il y a en général un décalage de trois ans entre les séries de données sur la production brute et sur les intrants intermédiaires dans les comptes de productivité du Canada et l'année de référence, étant donné le long délai qui s'écoule avant que soient reçues les données détaillées sur les transactions intersectorielles provenant des tableaux des entrées-sorties de Statistique Canada. Dans le but de rendre compte de la plus grande partie de la reprise de la croissance du secteur canadien des entreprises à la fin des années 90, ces séries ont été mises à jour selon une approche expérimentale à partir de tableaux des entrées-sorties synthétiques pour les années postérieures à l'année de référence. Malgré le caractère préliminaire des séries ainsi projetées pour les années 1998 à 2000, la tendance pour l'ensemble de la période allant de 1981 à 2000 semble raisonnable et concorde avec d'autres séries courantes, notamment celles sur les investissements et sur la valeur ajoutée par industrie.

Ensuite, nos estimations touchant les services de capital au niveau des industries ne peuvent faire l'objet de comparaisons directes avec les séries agrégées qui ont été utilisées dans les sections précédentes de la présente étude. Dans la première partie de celle-ci, nous avons employé une frontière des possibilités de production exigeant une mesure agrégée des services de capital $(K = f(K_1, K_2, \ldots, K_n))$, où n inclut toutes les catégories d'actifs fixes renouvelables, de stocks et de terrains. Dans la présente section, nous faisons l'hypothèse qu'il existe une fonction de production au niveau des industries, ce qui suppose que les services de capital sont agrégées entre actifs et entre industries des technologies de l'information.

Résultats empiriques

Les figures 9a et 9b font état des contributions des industries productrices et non-productrices de technologies de l'information à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée au Canada et aux États-Unis. Les industries canadiennes productrices de technologies de l'information ont constamment effectué une contribution positive, quoique modeste, à la croissance de la productivité agrégée. Comparativement au début des années 80, leur contribution a presque doublé au cours de la deuxième moitié des années 90, atteignant 0.12 point de pourcentage.

En revanche, les industries qui utilisent les technologies de l'information sont la source de la plus grande partie de la productivité multifactorielle agrégée au Canada au début des années 80 et à la fin des années 90. Leur contribution a, par contre, été négative durant la première partie des années 90, ce qui explique dans une large mesure l'évolution des résultats enregistrés au chapitre de la productivité multifactorielle au Canada au cours de cette période. Alors que près de 80 p. 100 de la croissance de la productivité multifactorielle au Canada durant la fin des années 90 relevaient des industries utilisatrices des technologies de l'information, les choses ont été bien différentes aux États-Unis, où ces industries ont été en général à l'origine de 25 p. 100 des gains de productivité au niveau agrégé. Ce résultat concorde avec celui obtenu par Harchaoui et Tarkhani (2004a) à partir d'une méthodologie différente de celle utilisée ici.

Le contraste entre les deux pays au sujet des industries à la source de la croissance de la productivité multifactorielle peut être attribuable à des différences touchant la structure de l'économie et/ou les sources, concepts et méthodes qui marquent les systèmes statistiques des deux pays. Dans le cadre des débats entourant la politique publique au Canada, on a longtemps pensé que l'écart de productivité entre les secteurs manufacturiers canadien et américain tenait aux différences entourant la mesure des prix dans le domaine des technologies de l'information. Ainsi qu'on peut le voir au tableau 5, les changements entourant les prix ont une incidence substantielle sur la croissance de la productivité des industries productrices des technologies de l'information. Il importe donc de déterminer dans quelle mesure ces différences touchant les prix influent sur la ventilation sectorielle de la croissance de la productivité multifactorielle.

Le taux annuel de croissance des prix implicites de la production des industries des ordinateurs et du matériel de bureau de 1981 à 2000 a chuté de 12,7 p. 100 au Canada (14,5 p. 100 aux États-Unis). Dans le cas de l'industrie des produits électroniques et de communications, la tendance n'a pas été la même dans les deux pays : on a enregistré une hausse de 0,9 p. 100 au Canada et une baisse de 6,1 p. 100 aux États-Unis. Il en a été de même des prix implicites des intrants intermédiaires de l'industrie des produits électroniques et de communications (hausse de 2,1 p. 100 au Canada, baisse de 2,1 p. 100 aux États-Unis); enfin, les prix implicites des intrants intermédiaires de l'industrie des ordinateurs et du matériel de bureau ont baissé plus vite au Canada (9,4 p. 100) qu'aux États-Unis (6,1 p. 100). Cet écart s'est creusé à la fin des années 90, en raison de la baisse soutenue des prix de la production des technologies de l'information aux États-Unis.

Figure 9a

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivité multifactorielle de l'économie du secteur privé canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

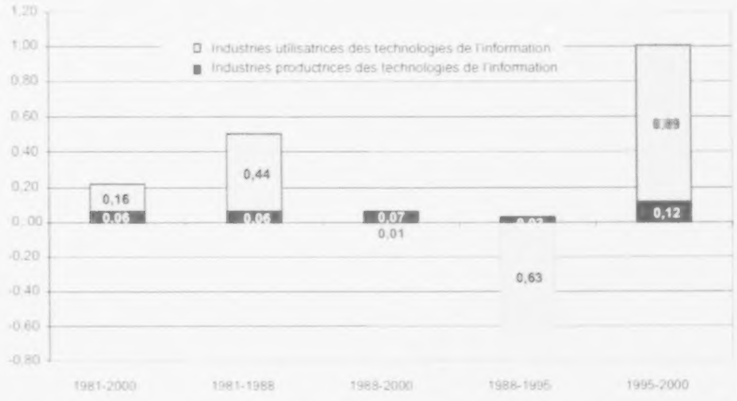


Figure 9b

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivité multifactorielle de l'économie du secteur privé américain (taux de croissance annuel moyen, %)

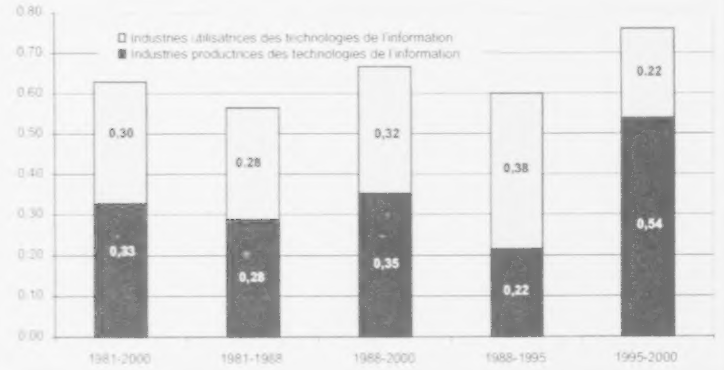


Figure 9a

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivite multifactorielle de l'economie du secteur prive canadien (taux de croissance annuel moyen, %)

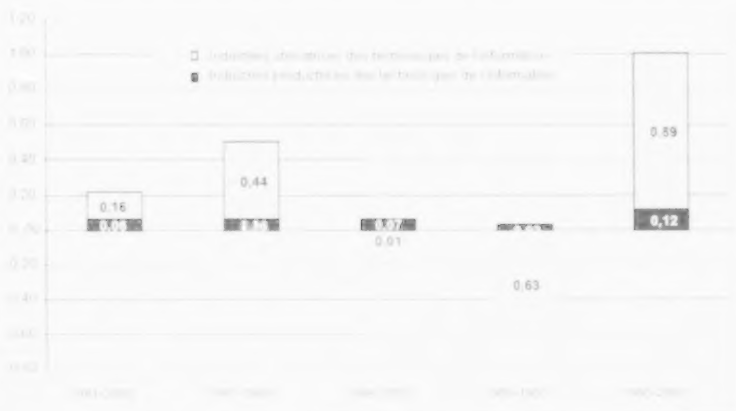


Figure 9b

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivite multifactorielle de l'economie du secteur prive americain (taux de croissance annuel moyen, %)

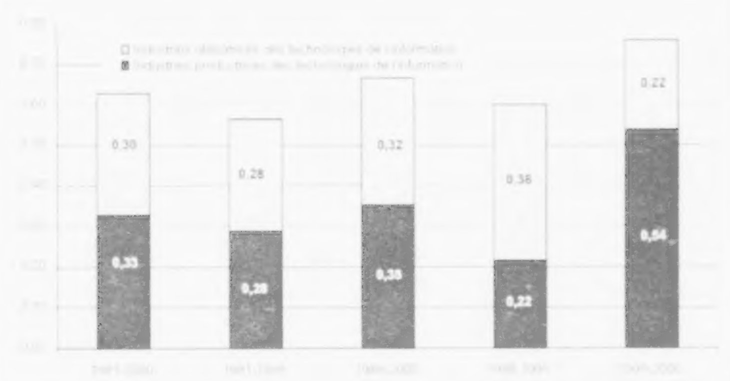


Tableau 5

Prix implicites de la production et des intrants intermédiaires des industries productrices des TI (taux de croissance annuel moyen, en pourcentage)

		1981-2000	1995-2000
Canada			
Production	Ordinateurs et matériel de bureau	-12,7	-18,6
	Communications et produits électroniques	0,9	-1,6
	Industries productrices des technologies de l'information	-3,0	-6,0
Intrants intermédiaires	Ordinateurs et matériel de bureau	-9,4	-17,1
	Communications et produits électroniques	2,1	0,7
	Industries productrices des technologies de l'information	-1,0	-3,5
États-Unis			
Production	Ordinateurs et matériel de bureau	-14,5	-22,1
	Communications et produits électroniques	-6,1	-12,8
	Industries productrices des technologies de l'information	-9,5	-16,2
Intrants intermédiaires	Ordinateurs et matériel de bureau	-6,1	-11,9
	Communications et produits électroniques	-2,1	-7,0
	Industries productrices des technologies de l'information	-3,1	-7,7

Afin de pouvoir procéder à une comparaison rigoureuse du rôle des industries productrices de technologies de l'information dans la croissance de la productivité au Canada et aux États-Unis, nous avons utilisé un indice harmonisé pour les deux pays à l'égard de la production et des intrants intermédiaires, à partir des prix implicites (rajustés du taux de change) contenus dans la base de données KLEMS américaine. L'indice harmonisé baisse beaucoup plus vite que ne le font les prix dans les comptes de productivité du Canada. Nous analysons l'incidence que cela peut avoir sur nos estimations.

Lorsque l'on utilise ces indices de prix harmonisés, on peut voir que la croissance de la productivité multifactorielle dans les industries productrices des technologies de l'information au Canada a augmenté, passant de 3,1 à 7,2 p. 100, mais qu'il subsiste un écart de 1,7 point de pourcentage en faveur des États-Unis. Cet écart relève de l'effet conjoint du taux de change et des différences structurelles entre les industries productrices de technologies de l'information des deux pays. Bien qu'il soit difficile de quantifier l'incidence de chacun de ces facteurs, les effets des différences structurelles ne sauraient être négligeables.

Dans les deux pays, la productivité multifactorielle de l'industrie des ordinateurs et du matériel du bureau a crû à un rythme deux fois plus élevé que celle de l'industrie du matériel électronique et de communications. La taille relative de ces secteurs diffère toutefois beaucoup dans les deux pays. À la fin des années 90, la taille de l'industrie du matériel électronique et de communications représentait les trois quarts du total des industries productrices de technologies de l'information au Canada, comparativement à 68,1 p. 100 en 1981. La situation est nettement différente aux États-Unis, où le tiers seulement de la production des industries productrices de technologies de l'information était attribuable à cette industrie à la fin des années 90, en baisse par rapport à 1981 (43,2 p. 100). Par conséquent, la moins productive des industries productrices de technologies de l'information a vu sa part relative augmenter au Canada mais diminuer aux États-Unis. Cela laisse croire que la structure économique pourrait bel et bien jouer un rôle par rapport à l'écart de productivité multifactorielle des industries productrices de technologies de l'information entre le Canada et les États-Unis.

Malgré cette différence entre les industries productrices des technologies de l'information des deux pays, il est utile de voir de quelle manière l'utilisation de ces indices de prix harmonisés influent sur notre ventilation sectorielle de la croissance de la productivité multifactorielle agrégée. La figure 10 montre que, lorsque l'on utilise des prix harmonisés, la contribution des industries productrices des technologies de l'information au regain de vitalité de la productivité au Canada a presque triplé, se chiffrant en moyenne à 0,31 point de pourcentage durant la période postérieure à 1995. Cela dit, le point essentiel demeure que la plus grande partie du regain de la productivité multifactorielle au Canada est attribuable aux industries qui utilisent les technologies de l'information.

Figure 10

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivité multifactorielle de l'économie du secteur privé canadien : prix harmonisés au niveau international (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)

Conclusion

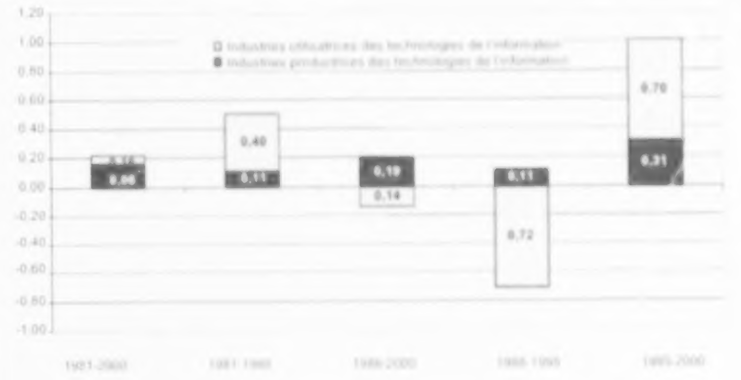
DANS CE DOCUMENT, nous avons utilisé des données nouvelles sur les sources de la croissance de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis de 1981 à 2000. Notre étude est innovatrice à plusieurs égards.

En premier lieu, notre définition de l'économie du secteur privé ne se limite plus à la notion de secteur des entreprises utilisée dans nos travaux précédents. Notamment, nous avons effectué un traitement symétrique des biens de consommation durables et du capital logement, car il s'agit essentiellement dans les deux cas de biens d'investissement générant des flux de services qui s'étendent sur de nombreuses périodes.

En deuxième lieu, nous faisons une distinction entre les travailleurs ayant fait des études universitaires et les autres travailleurs, de manière à comparer le rôle des travailleurs du savoir et des actifs des technologies de l'information dans le regain de vitalité de la croissance au Canada et aux États-Unis.

Figure 10

Contribution des industries productrices des TI à la croissance de la productivité multifactorielle de l'économie du secteur privé canadien : prix harmonisés au niveau international (taux de croissance annuel moyen en pourcentage)



Conclusion

DANS CE DOCUMENT, nous avons utilisé des données nouvelles sur les sources de la croissance de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis de 1981 à 2000. Notre étude est innovatrice à plusieurs égards.

En premier lieu, notre définition de l'économie du secteur privé ne se limite plus à la notion de secteur des entreprises utilisée dans nos travaux précédents. Notamment, nous avons effectué un traitement symétrique des biens de consommation durables et du capital logement, car il s'agit essentiellement dans les deux cas de biens d'investissement générant des flux de services qui s'étendent sur de nombreuses périodes.

En deuxième lieu, nous faisons une distinction entre les travailleurs ayant fait des études universitaires et les autres travailleurs, de manière à comparer le rôle des travailleurs du savoir et des actifs des technologies de l'information dans le regain de vitalité de la croissance au Canada et aux États-Unis.

En troisième lieu, une caractéristique importante du cadre comptable est le rôle explicite des intrants intermédiaires au niveau des industries. Les baisses de prix entraînées par l'importation des technologies de l'information au Canada et le perfectionnement de la technologie des semi-conducteurs aux États-Unis expliquent en grande partie l'importance de la contribution des intrants intermédiaires provenant des industries productrices des technologies de l'information dans ces deux pays.

Nos résultats montrent que les mécanismes qui sous-tendent la transformation structurelle de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis se reflètent déjà dans les données. La structure du PIB agrégé évolue, les produits des technologies de l'information occupant une place de plus en plus grande. Le capital injecté dans l'économie est réaffecté rapidement à des actifs des technologies de l'information. Enfin, la composition de la main-d'œuvre évolue; les travailleurs ayant fait des études universitaires occupent une place plus importante, étant donné que les investissements dans les études supérieures continuent de croître.

À titre d'exemple, examinons le rôle de plus en plus important des technologies de l'information en tant que source de croissance économique. Au cours de la période allant de 1981 à 1988, le PIB relié aux technologies de l'information a contribué pour moins d'un dixième de 1 p. cent à la croissance de l'économie canadienne (16 p. 100 aux États-Unis). Par contre, depuis 1995, les prix des ordinateurs ont chuté à un rythme sans précédent, et les ménages ont suivi un principe économique fondamental : ils ont procédé à des substitutions en faveur des biens relativement moins chers. Depuis 1995, la baisse des prix des technologies de l'information s'est accélérée, atteignant de 4,3 p. 100 par année de 1995 à 2000 (9 p. 100 aux États-Unis). Cela a conduit à une véritable explosion des investissements et de la consommation en matière de technologies de l'information, permettant ainsi au PIB des technologies de l'information de doubler sa contribution à la croissance économique pour atteindre 0,18 point de pourcentage par année à la fin des années 90 (0,30 point de pourcentage aux États-Unis). La part plus importante des technologies de l'information aux États-Unis qu'au Canada explique la plus grande partie de l'écart.

Penchons-nous maintenant sur l'accélération de la croissance de la productivité du travail dans les années 90. Après une période de ralentissement de sept ans remontant au début des années 90, la productivité du travail au Canada a progressé de 1,31 p. 100 par année de 1995 à 2000 (2,46 p. 100 aux États-Unis), soit 0,69 point de pourcentage de plus que durant les années 1990 à 1995 (près d'un point de pourcentage aux États-Unis). Une décomposition détaillée permet de voir que

l'intensité du capital affecté aux technologies de l'information a retardé la croissance de la productivité du travail au Canada (-0,27 point de pourcentage), par suite de la très forte hausse des heures travaillées, mais que cela a contribué pour 0,69 point de pourcentage à cette même croissance de la productivité du travail aux États-Unis. L'intensité du capital hors technologies de l'information s'est traduite par une contribution de 0,29 point de pourcentage à la productivité du travail au Canada (0,88 point de pourcentage aux États-Unis).

Une amélioration plus lente de la qualité de la main-d'œuvre a retardé la croissance de la productivité du travail au Canada, dans une proportion de 0,16 point de pourcentage par rapport au début des années 90 (0,06 point de pourcentage aux États-Unis), en raison de l'épuisement du bassin de travailleurs disponibles. La contribution des travailleurs sans instruction universitaire l'a emporté sur celle des travailleurs ayant fait des études universitaires, aussi bien au Canada qu'aux États-Unis. La contribution associée à la réallocation des heures, compte tenu de l'évolution de la population active en faveur d'activités plus productives, a aussi été significative.

La contribution additionnelle découlant d'une croissance plus rapide de la productivité multifactorielle s'est chiffrée à 1 point de pourcentage au Canada (0,76 point de pourcentage aux États-Unis); cela s'explique en grande partie par les différences touchant les sources sectorielles du progrès technique à la suite de la baisse accélérée des prix dans le domaine des technologies de l'information. Un examen plus approfondi des données a permis de constater que les gains enregistrés au chapitre de la croissance de la productivité multifactorielle peuvent être rattachés pour une bonne part aux industries productrices des technologies de l'information, qui produisent des ordinateurs, des semi-conducteurs et d'autre matériel de haute technologie. Les faits montrent tout aussi clairement que les industries qui utilisent des technologies de l'information, comme celles des finances, de l'assurance et de l'immobilier, sans oublier les industries du commerce, ont contribué de façon importante au regain de la productivité multifactorielle au Canada.

Notes

1 Se reporter à Jorgenson et Stiroh (2000), Jorgenson (2001), Jorgenson, Ho et Stiroh (à paraître), Baily (2002), Congressional Budget Office (2002), Council of Economic Advisors (2002), Gordon (2002), McKinsey Global Institute (2001), Oliner et Sichel (2000, 2002), et Whelan (2002).

2 Voir Harchaoui, Tarkhani, Jackson et Armstrong (2002), et Harchaoui et Tarkhani (2004a).

3 Voir Baldwin et Harchaoui (2003).

4 Dans nos travaux précédents, nous avons utilisé, pour les États-Unis, des données officielles provenant du Bureau of Labor Statistics (BLS). Ici, nous nous servons plutôt de la base de données KLEMS de Dale Jorgenson; cette source de données ne se prête pas à des comparaisons directes avec les données américaines officielles du BLS; elle repose sur les notions de production brute (production sectorielle pour les données du BLS) et d'intrant travail (heures travaillées pour les données du BLS) au niveau des industries. Les logements occupés par le propriétaire et les flux de services de biens durables font partie de la couverture des données de Jorgenson mais pas de celle des données du BLS.

5 Dans le Système de comptabilité nationale, la formation de capital est limitée aux unités institutionnelles en leur qualité de producteurs. De ce fait, on ne parle pas de formation brute de capital fixe à l'égard des ménages, sauf s'il s'agit de producteurs. Cela a notamment pour conséquence que les personnes qui sont propriétaires du logement où elles résident sont considérées comme des entreprises non constituées en personnes morales, produisant des services de logement consommés par le ménage du propriétaire. Cette activité n'est pas incluse dans les comptes de productivité au Canada ni dans le programme officiel américain sur la productivité, qui relève du BLS. De même, le revenu imputé de ces entreprises non constituées fictives n'est pas inclus dans le volet production des comptes de productivité.

6 Compte tenu de la méthode employée actuellement, les dépenses personnelles ne sont pas une véritable mesure de la consommation. En effet, aux termes des conventions actuelles, les acquisitions de biens de consommation durables sont imputées à la période durant laquelle est effectuée la transaction. Du fait que les biens durables ont une vie utile supérieure à un an, un tel traitement ne permet pas de prendre en compte les flux de services issus des stocks de biens durables durant toute la vie utile de ces derniers; dès lors, il n'y a pas symétrie entre les conventions servant à la mesure des biens de consommation durables et celles applicables au logement. Ce n'est pas la première fois, tant s'en faut, que Statistique Canada a envisagé l'élaboration de données estimatives concernant les flux de services de biens de consommation durables. Se reporter à Johal (1992).

7 Se reporter à Katz et Peskin (1980) ainsi qu'aux travaux qui y sont cités. Katz et Peskin ont procédé à des estimations expérimentales des flux de services issus des biens de consommation durables aux États-Unis. Johal (1992) a mené des travaux similaires pour le Canada.

8 Il convient de remarquer que les concepts de flux de services de capital et de production que nous utilisons englobent les flux de services reliés aux bâtiments résidentiels et aux biens de consommation durables.

9 Cette méthodologie est décrite dans Harchaoui et Tarkhani (2004b).

10 Lors de la rédaction de cette étude, les dépenses en logiciels capitalisées n'avaient pas encore été incorporées par Statistique Canada aux données antérieures à 1981.

11 Au Canada et aux États-Unis l'intrant associé aux travailleurs universitaires englobe tous les employés ayant un baccalauréat ou un diplôme plus élevé.

12 Gu et Wang dans le présent volume ont trouvé que les industries canadiennes qui sont, à la fois, intensives en technologies de l'information et en travailleurs qualifiés ont affiché les gains de productivité les plus rapides durant la période postérieure à 95. Ce résultat tend à appuyer l'explication selon laquelle le capital des technologies de l'information et les travailleurs qualifiés sont complémentaires.

13 Ces résultats sont généralement cohérents avec ceux de Ho, Rao et Tang dans ce volume, qui ont trouvé que le Canada a affiché un regain de vitalité plus important que les États-Unis en matière de croissance économique et de croissance de l'intrant travail.

Remerciements

UNE VERSION ANTÉRIEURE DE CETTE ÉTUDE a été présentée lors de la 37e assemblée de l'Association canadienne d'économique, tenue à Ottawa en mai 2003. Nous tenons à remercier John Baldwin, Michael Denny, Erwin Diewert, Pierre Duguay, Alice Nakamura ainsi que les participants pour leurs commentaires et leurs suggestions. Nous remercions également Wulong Gu pour la production des séries sur l'intrant travail pour le Canada, Weimin Wang pour la production des séries sur la production brute et les intrants intermédiaires au Canada pour les années postérieures à l'année de référence, et Dale Jorgenson pour sa base de données KLEMS. La présente étude est fondée sur la version de septembre 2002 des données relatives au Canada et aux États-Unis, qui ont été révisées subséquemment. Bien que les chiffres touchant la croissance du produit intérieur brut aient fait l'objet de révisions importantes (à la hausse pour le Canada et à la baisse pour les États-Unis), la thèse exposée ici demeure inchangée.

Bibliographie

Baily, M.N. « The New Economy: Post Mortem or Second Wind », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 16 (2002), p. 3-22.

Baldwin, J.R., et T.M. Harchaoui, dir. *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204 XPF au catalogue, 2003.

Bureau of Labor Statistics. « Multifactor Productivity Trends », USDL 02-36, 11 février 2002.

Christensen, L.R., et D.W. Jorgenson. « Measuring Economic Performance in the Private Sector », dans *The Measurement of Economic and Social Performance*, publié sous la direction de Milton Moss, New York, National Bureau of Economic Research, 1973.

Congressional Budget Office. *The Budget and Economic Outlook: Fiscal Years 2003-2012*, 2002.

Council of Economic Advisors. *Economic Report of the President*, Washington, U.S. Government Printing Office, février 2002.

Domar, E. « On the Measurement of Technological Change », *Economic Journal*, vol. 71 (1961), p. 709-729.

Doughtery, C., et D.W. Jorgenson. « There is No Silver Bullet: Investment and Growth in the G7 », *National Institute Economic Review*, vol. 162 (octobre 1997), p. 57-74.

Fraumeni, B. « The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts », *Survey of Current Business* (juillet 1997), p. 7-23.

Gordon, R.J. *Technology and Economic Performance in the U.S. Economy*, NBER Working Paper nº 8771, février 2002.

Gu, W., et W. Wang. *Technologie de l'information et croissance de la productivité : données recueillies auprès des industries canadiennes*. Chapitre 3 dans ce volume, 2004.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard et M. Sillamaa. « Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M., et F. Tarkhani. « Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le Programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Ottawa, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

——. *Whatever Happened to Canada-U.S. Economic Growth and Productivity Performance in the Information Age?* Economic Analysis Research Paper Series, Ottawa, Statistique Canada, Direction des études analytiques, 2004a. À paraître.

——. *Accounting for Housing and Services Flow of Consumers' Durables in the Canadian Productivity Accounts.* Methodology Series, Ottawa, Statistique Canada, Direction des études analytiques, 2004b. À paraître.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, C. Jackson et P. Armstrong. « A Comparison of Canada-U.S. Economic Growth in the Information Age, 1981-2000: The Importance of Investment in Information and Communication Technologies », *Monthly Labor Review* (octobre 2002), p. 31-47.

Ho, M.S., et D.W. Jorgenson. « The Quality of the U.S. Workforce, 1948-95 », Harvard University, 1999. Manuscrit.

Ho, M.S., S. Rao et J. Tang. *Sources de la croissance de la production dans certaines industries au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information.* Chapitre 4 dans ce volume, 2004.

Johal, K. « A Study of the Flow of Consumption Services from the Stock of Consumer Goods », Document technique nº 18, Ottawa, Statistique Canada, Division des comptes nationaux et de l'environnement, 1992.

Jorgenson, D.W. « Information Technology and the U.S. Economy », *American Economic Review*, vol. 91 (2001), p. 1-32.

Jorgenson, D.W., et Z. Griliches, « The Explanation of Productivity Change », *Review of Economic Studies* (juillet 1967), p. 249-283.

Jorgenson, D.W., et K.J. Stiroh. « Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1 (2000), p. 125-211.

Jorgenson, D.W., et E. Yip. « Whatever Happened to Productivity Growth in the G-7? », dans *New Developments in Productivity Analysis*, publié sous la direction de C.R. Hulten, E.R. Deau et M.J. Harper, Chicago, University of Chicago Press, 2001.

Jorgenson, D.W., F.M. Gollop et B.M. Fraumeni. *Productivity and U.S. Economic Growth*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1987.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho et K.J. Stiroh. « Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education », dans *Measurement of Capital in the New Economy*, publié sous la direction de C. Corrado, J. Haltiwanger et D. Sichel, Chicago, University of Chicago Press. À paraître.

Katz, A.J., et J. Peskin. « The Value of Services Provided by the Stock of Consumer Durables, 1947-77: An Opportunity Cost Measure », *Survey of Current Business*, vol. 60 (1980), p. 22-31.

McKinsey Global Institute. *U.S. Productivity Growth, 1995-2000: Understanding the Contribution of Information Technology Relative to Other Factors*, Washington, McKinsey Global Institute, octobre 2001.

OCDE. *OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and Aggregate Productivity Growth*, Paris, Organisation pour la coopération et le développement économiques, 2001.

Oliner, Steven D., et Daniel E. Sichel. « The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14 (2000), p. 3-22.

——. « Information Technology and Productivity: Where are We Now and Where are We Going? », Federal Reserve Bank of Atlanta, *Economic Review*, 2002.

Statistique Canada. *The Daily*, juillet 2002.

Whelan, K. « Computers, Obsolescence, and Productivity », *Review of Economics and Statistics*, vol. 84 (2002), p. 445-462.

Technologie de l'information et croissance de la productivité : données recueillies auprès des industries canadiennes

3

Wulong Gu et Weimin Wang

Résumé

La croissance de la productivité du travail s'est accélérée dans le secteur des entreprises au Canada après 1995. Notre analyse montre que la croissance accrue de la productivité multifactorielle (PMF) a joué un rôle de premier plan à cet égard. Les technologies de l'information (TI) n'ont contribué que dans une faible mesure à la reprise de la croissance de la productivité du travail, par le biais d'une intensification du capital. Toutefois, les résultats montrent aussi que l'utilisation des TI est liée à une accélération de l'accroissement de la PMF, grâce aux innovations touchant l'organisation qui découlent des TI et aux effets de réseau ou aux retombées. Nos résultats montrent en outre que les industries qui comptent une forte proportion de travailleurs du savoir sont plus susceptibles de profiter des TI. Certaines données laissent supposer que les industries manufacturières qui sont davantage ouvertes aux échanges internationaux tirent des gains de productivité plus grands des TI.

Introduction

La croissance de la productivité s'est accélérée dans le secteur des entreprises au Canada au cours de la deuxième moitié des années 1990. Cette reprise s'est toutefois produite un peu plus tard au Canada qu'aux États-Unis (Robidoux et Wong, 2003; Faruqui, Gu, Kaci, Laroche et Maynard, 2003; Armstrong, Harchaoui, Jackson et Tarkhani, 2002; Crawford, 2002). Entre les périodes 1988-1995 et 1995-2000, la croissance annuelle de la productivité du travail dans le secteur des entreprises au Canada est passée de 1,56 à 1,91 p. 100. La croissance annuelle de la productivité multifactorielle, quant à elle, est passée de 0,57 à 1,06 p. 100. L'objectif du présent document consiste à examiner les sources de la reprise de la croissance de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada. De façon plus particulière, nous tenterons de déterminer si cette reprise est liée à l'utilisation des technologies de l'information (TI).

Un grand nombre d'études effectuées aux États-Unis arrivent à la conclusion que la reprise de la croissance de la productivité dans ce pays est attribuable à la production et à l'utilisation des TI (Jorgenson, Ho et Stiroh, 2002; Pilat et Lee, 2001). Selon un certain nombre d'études effectuées au Canada, la reprise de la croissance de la productivité au Canada est due à la hausse de la croissance de la productivité dans les secteurs des services comme le commerce de gros et le commerce de détail, ainsi que les services de communication (Faruqui et coll., 2003; Rao et Tang, 2001). Étant donné que le secteur des services a investi considérablement dans les TI au cours des années 1990, ces études concluent que la reprise de la croissance de la productivité est liée aux TI au Canada, comme c'est le cas aux États-Unis (Colecchia et Schreyer, 2002).

La plupart des études effectuées ont mis l'accent sur la contribution de l'utilisation et de la production des TI à la croissance de la productivité au Canada et aux États-Unis. L'utilisation des TI contribue à la croissance de la productivité du travail grâce à une intensification du capital, alors que les industries augmentent leurs investissements dans les TI[1]. La production des TI contribue à la croissance de la productivité du travail grâce aux progrès technologiques rapides et à la hausse marquée de la productivité multifactorielle dans les industries productrices de TI.

Un certain nombre d'études récentes effectuées aux États-Unis ont commencé à examiner une question connexe : l'utilisation des TI est-elle liée à une croissance importante de la productivité multifactorielle au cours de la deuxième moitié des années 1990 (Stiroh, 2002a; Basu, Fernald, Oulton et Srinivasan, 2003)? Ces études ont fait ressortir deux liens possibles entre les TI et la croissance de la productivité multifactorielle : les innovations touchant l'organisation qui découlent des TI et les effets de réseau ou retombées. Tout d'abord, les études au niveau de l'entreprise laissent supposer que, pour profiter des investissements dans les TI, les entreprises doivent modifier leurs pratiques en milieu de travail et leurs pratiques organisationnelles (Brynjolfsson et Hitt, 2000, Gera et Gu, à paraître). Parmi ces changements organisationnels figurent la restructuration des méthodes de production, des systèmes de gestion et des régimes de participation des employés ainsi que la réorganisation externe axée sur le service à la clientèle, la sous-traitance, le réseautage d'entreprises et d'autres modalités de collaboration (OCDE, 2003). Par suite des changements organisationnels, les investissements dans les TI ont pour effet d'améliorer la production des entreprises qui utilisent ces technologies, et entrainent par conséquent une croissance de la productivité multifactorielle (PMF).

En deuxième lieu, les TI pourraient être liées à la croissance de la productivité multifactorielle grâce aux effets de réseau ou retombées. Selon l'OCDE (2003), l'émergence d'Internet au milieu des années 1990 a accru l'efficacité des TI et a amélioré les communications entre les producteurs ainsi qu'entre les producteurs et les consommateurs. Par ailleurs, les TI ont permis à de nouvelles entreprises et à de nouveaux marchés de prospérer rapidement dans les différents secteurs de la nouvelle économie.

Dans le présent document, nous abordons plusieurs aspects. Tout d'abord, nous examinons la question du lien entre les TI et la croissance marquée de la PMF au Canada, grâce aux innovations touchant l'organisation qui découlent des TI et aux effets de réseau ou retombées. Aucune étude existante au Canada n'a abordé cette question. En deuxième lieu, nous utilisons les données relatives à 122 industries — soit le niveau d'agrégation le plus détaillé dont on dispose pour l'analyse de la productivité — afin d'examiner le rapport entre les TI et la croissance de la productivité. Les études antérieures reposent sur une agrégation beaucoup plus vaste des industries (c.-à-d., les industries manufacturières à deux chiffres et les industries non manufacturières à un chiffre). En troisième lieu, nous examinons l'hypothèse selon laquelle le capital humain et les TI sont complémentaires en ce qui a trait à l'amélioration de la productivité dans les industries au Canada. Nous étudions en outre l'hypothèse selon laquelle les industries qui sont davantage ouvertes à la concurrence internationale profitent dans une plus large mesure des investissements dans les TI. On a prétendu que le capital humain et les pressions concurrentielles sont des éléments essentiels pour profiter de gains possibles de productivité liés aux TI.

Le reste du document est organisé de la façon suivante. Dans la section qui suit, nous donnons une brève description de nos sources de données. Dans la troisième section, nous examinons les sources de la production et de la productivité du travail pour le secteur des entreprises au Canada. La quatrième section porte sur le lien possible entre les TI et l'accélération de la croissance de la PMF après 1995 dans le secteur des entreprises. Dans la cinquième section, nous posons la question suivante : Les industries qui comptent une forte proportion de travailleurs du savoir et qui sont ouvertes à la concurrence internationale profitent-elles davantage des TI? La dernière section donne la conclusion de l'étude.

Sources des données

Les données de notre étude sont tirées de la base de données sur la productivité multifactorielle de Statistique Canada, qui comporte des statistiques sur la production brute, les facteurs intermédiaires, les services du capital et les services du travail pour 122 industries différentes du secteur des entreprises au Canada. La production brute et les facteurs intermédiaires compris dans la base de données sont établis à partir des tableaux annuels des entrées-sorties de Statistique Canada. Les mesures des services du capital et des services du travail rendent compte de la différence qui existe entre la contribution des travailleurs et celle du capital à la production et à la productivité. Les estimations du facteur travail rendent compte de l'évolution de la composition de l'effectif, qui est constitué de travailleurs dont les niveaux de scolarité et l'expérience diffèrent (pour des détails, voir Gu, Kaci, Maynard et Sillamaa, 2003). Les estimations du facteur capital sont élaborées à partir de données sur 28 éléments d'actif renouvelables, les terrains et les inventaires (pour plus de détails, voir Harchaoui et Tarkhani, 2003; et Gellatly, Tanguay et Yan, 2003). Par conséquent, les estimations du facteur capital tiennent compte de la substitution entre ces divers éléments d'actif. Aux fins du présent document, le facteur capital est réparti entre le capital de TI et le capital non lié aux TI, et le facteur travail est réparti entre les travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire et les travailleurs sans diplôme universitaire.

Il convient de souligner que la production brute et les facteurs intermédiaires pour 1998-2000 sont estimés à partir des tableaux provisoires des entrées-sorties pour cette période[2]. Depuis 1997, Statistique Canada utilise le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) pour l'élaboration des tableaux des entrées-sorties. Aux fins de ce projet, nous avons élaboré des tableaux annuels des entrées-sorties fondés sur la Classification type des industries (CTI) de 1980 pour les années 1998, 1999 et 2000. Ces tableaux des entrées-sorties fondés sur la CTI fournissent des séries chronologiques de la productivité des industries au niveau P de la classification pour la période 1981-2000.

Croissance de la production et de la productivité dans le secteur des entreprises

DANS CETTE SECTION, nous examinons les sources de la valeur ajoutée et de la croissance de la productivité du travail pour l'ensemble du secteur des entreprises. Selon une méthode courante de la comptabilité de la croissance, la croissance de la valeur ajoutée peut être répartie entre trois sources principales : contribution du facteur capital, contribution du facteur travail, et croissance de la productivité multifactorielle. Aux fins de la présente étude, nous répartissons en outre la contribution du facteur capital entre capital de TI et capital non lié aux TI. De plus, nous répartissons la contribution du facteur travail entre les travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire et les travailleurs sans diplôme universitaire, afin d'examiner l'importance du niveau de scolarité et du capital humain pour la croissance économique.

Selon la méthode de la comptabilité de la croissance, la croissance de la valeur ajoutée pour le secteur des entreprises est décomposée de la façon suivante :

$$\text{(1)}\quad \begin{aligned} \Delta \ln V &\equiv \overline{v}^{IT} \Delta \ln K^{IT} + \overline{v}^{NIT} \Delta \ln K^{NIT} \\ &+ \overline{v}^{U} \Delta \ln L^{U} + \overline{v}^{NU} \Delta \ln L^{NU} + MFP \end{aligned}$$

où V représente la valeur ajoutée pour le secteur des entreprises, K^{IT} représente le flux des services du capital découlant des investissements dans les TI, K^{NIT} représente le flux des services du capital attribuable aux services du capital en d'autres éléments que les TI, L^{U} représente le facteur travail attribuable aux travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire, L^{NU} représente le facteur travail attribuable aux travailleurs sans diplôme universitaire et $\overline{v}$ représente la part d'un facteur dans la valeur ajoutée agrégée nominale, répartie en moyenne sur deux périodes.

Lorsque l'on soustrait les changements quant au nombre d'heures travaillées $\Delta \ln H$ des deux côtés de l'équation (1), nous obtenons une équation de décomposition correspondant à la croissance de la productivité agrégée du travail (PAT) :

$$\text{(2)}\quad \begin{aligned} \Delta \ln(V / H) &\equiv \overline{v}^{IT} \Delta \ln(K^{IT} / H) + \overline{v}^{NIT} \Delta \ln(K^{NIT} / H) \\ &+ \overline{v}^{U} \left[\Delta \ln Q^{U} + \Delta \ln\left(H^{U} / H\right) \right] \\ &+ \overline{v}^{NU} \left[\Delta \ln Q^{NU} + \Delta \ln\left(H^{NU} / H\right) \right] + MFP \end{aligned}$$

La croissance de la productivité agrégée du travail de l'équation (2) est décomposée entre les contributions de l'intensification du capital de TI, de l'intensification du capital non lié aux TI et de la composition de la main-d'œuvre (ou qualité du travail) ainsi que de la croissance de la PMF. La contribution de la composition de la main-d'œuvre à la croissance de la productivité agrégée du travail est décomposée ensuite entre la contribution des travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire et des travailleurs sans diplôme universitaire et les changements quant à la répartition entre ces deux groupes,

$$\bar{v}^{U}\Delta\ln(H^{U}/H)+\bar{v}^{NU}\Delta\ln(H^{NU}/H).$$

Le tableau 1 résume les résultats d'une décomposition de la comptabilité de la croissance de la valeur ajoutée dans le secteur des entreprises au Canada. La décomposition est fondée sur des observations annuelles pour la période 1981-2000, ainsi que pour les sous périodes 1981-1988, 1988-1995 et 1995-2000. Notre choix de périodes pour l'analyse est fondé sur un certain nombre de considérations. L'année 1981 est la première année pour laquelle les séries sur la production des industries au Canada sont comparables à celles des États-Unis. L'année 1988 correspond approximativement à la fin du cycle de croissance de la productivité des années 1980 au Canada. L'année 1995 correspond à l'année où la reprise de la croissance de la productivité s'est amorcée au Canada.

Les résultats figurant au tableau 1 montrent que la valeur ajoutée a augmenté à un taux de 3,18 p. 100 par année dans le secteur des entreprises au cours de la période 1981-2000, dont 1,35 point de pourcentage est attribuable au facteur travail, et 1,19 point de pourcentage, au facteur capital. La fraction de 0,64 point de pourcentage qui reste est attribuable à la croissance de la PMF. Au cours de la période 1981-2000, les travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire ont contribué dans une aussi large mesure que les travailleurs sans diplôme universitaire à la croissance de la valeur ajoutée dans le secteur des entreprises, même s'ils n'ont été responsables que de 12 p. 100 des heures travaillées. De même, les services du capital de TI ont contribué de façon significative à la croissance de la valeur ajoutée agrégée, même s'ils ne représentent qu'une proportion relativement faible du total des services du capital. L'importance des travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire et des services du capital de TI rend compte du fait que la production marginale de ces éléments est plus élevée que celle des travailleurs sans diplôme universitaire et des services du capital non lié aux TI.

Tableau 1

Sources de la croissance de la valeur ajoutée dans le secteur des entreprises, 1981-2000
(points de pourcentage par année)

	1981-2000 (1)	1981-1988 (2)	1988-1995 (3)	1995-2000 (4)	(4) - (3)
Valeur ajoutée	3,18	3,27	1,84	4,98	3,14
Contribution du facteur capital	1,19	1,14	0,75	1,64	0,89
de TI	0,44	0,36	0,34	0,58	0,24
non lié aux TI	0,75	0,78	0,41	1,06	0,65
Contribution du facteur travail	1,35	1,42	0,52	2,28	1,76
Titulaires d'un diplôme universitaire	0,60	0,44	0,50	0,86	0,36
Sans diplôme universitaire	0,75	0,98	0,02	1,42	1,40
PMF agrégée	0,64	0,72	0,57	1,06	0,49

La croissance de la valeur ajoutée a affiché une hausse marquée dans le secteur des entreprises au cours de la deuxième moitié des années 1990. Les résultats figurant au tableau 1 montrent que la croissance annuelle de la valeur ajoutée est passée de 1,84 à 4,98 p. 100 entre 1988-1995 et 1995-2000. Il s'agit d'une hausse de 3,14 points de pourcentage. Environ la moitié de la reprise de la croissance de la production est attribuable à une contribution plus grande du facteur travail, et principalement à celle des travailleurs sans diplôme universitaire. L'intensification tant du capital de TI que du capital non lié aux TI est venue au deuxième rang en importance comme source de la reprise de la croissance de la production, avec une contribution de 0,89 point de pourcentage. La croissance de la PMF a été aussi responsable, dans une large mesure, de l'accélération de la croissance dans le secteur des entreprises au Canada, avec une contribution de 0,49 point de pourcentage.

Au tableau 2, nous utilisons l'équation (2) pour décomposer la croissance de la productivité agrégée du travail entre trois sources : intensification du capital, qualité du travail et croissance de la PMF. Les résultats de notre décomposition montrent que les trois sources ont contribué de façon similaire à la croissance de

Tableau 2

Sources de la croissance de la productivité du travail dans le secteur des entreprises, 1981-2000 (points de pourcentage par année)

	1981-2000 (1)	1981-1988 (2)	1988-1995 (3)	1995-2000 (4)	(4) - (3)
Croissance de la PAT	1,55	1,32	1,56	1,91	0,35
Contribution de l'intensification du capital	0,54	0,38	0,64	0,40	-0,24
de TI	0,39	0,32	0,33	0,48	0,15
non lié aux TI	0,15	0,06	0,31	-0,08	-0,38
Contribution de la qualité de la main-d'œuvre	0,37	0,23	0,35	0,45	0,10
Titulaires d'un diplôme universitaire	0,02	0,00	0,02	0,06	0,03
Sans diplôme universitaire	0,19	0,15	0,17	0,24	0,07
Réaffectation des heures	0,15	0,08	0,16	0,16	0,00
PMF agrégée	0,64	0,72	0,57	1,06	0,49

la productivité du travail dans le secteur des entreprises pendant la période 1981-2000. Au cours de cette période, la productivité du travail a augmenté de 1,55 p. 100 par année : l'intensification du capital a représenté 0,54 point de pourcentage; le recours accru à des travailleurs plus scolarisés et plus expérimentés et les changements dans la composition de la main-d'œuvre ont représenté 0,37 point de pourcentage; la croissance de la PMF a représenté 0,64 point de pourcentage.

Lorsque nous répartissons la contribution de l'intensification du capital à la croissance de la productivité du travail entre les services du capital de TI et les services du capital non lié aux TI, nous notons que l'intensification du capital de TI a joué un rôle plus important que l'intensification du capital non lié aux TI pour la croissance de la productivité du travail dans le secteur des entreprises. Nous avons en outre déterminé que l'importance du capital de TI pour la croissance de la productivité s'est accrue au cours de la période 1981-2000. Pour la période 1995-2000, l'ensemble de la contribution de l'intensification du capital à la productivité a été attribuable aux services du capital de TI. La contribution de l'intensification du capital non lié aux TI a été très faible pour cette période.

La reprise de la croissance de la production du secteur des entreprises au Canada, au cours de la période 1995-2000, rend compte d'une hausse marquée de l'accroissement du nombre d'heures, soit 2,64 points de pourcentage, ainsi que d'une augmentation de la croissance de la productivité du travail de 0,76 point de pourcentage. Les résultats de notre décomposition, qui figurent au tableau 2, montrent que la hausse postérieure à 1995 de la croissance de la productivité du travail est entièrement due à l'accélération de la croissance de la PMF. L'intensification du capital a contribué de façon faible et négative à la reprise de la croissance de la productivité du travail, cette contribution ayant été contrebalancée en partie par la contribution positive de la composition de la main-d'œuvre.

Même si l'intensification du capital a connu un ralentissement dans le secteur des entreprises après 1995, celle du capital de TI a augmenté, ce qui a contribué de façon faible mais positive à la hausse de la croissance de la productivité du travail au Canada après 1995.

La reprise de la croissance de la productivité est-elle liée aux TI?

DANS LA PRÉSENTE SECTION, nous nous demandons si l'accélération de la croissance de la PMF après 1995 dans le secteur des entreprises au Canada est liée à l'utilisation des TI. Nous suivons un certain nombre d'étapes. Tout d'abord, nous nous demandons quelle a été l'ampleur de la reprise de la croissance de la productivité dans l'ensemble des industries au Canada. Si la reprise de la croissance de la productivité qui s'est produite après 1995 a été concentrée dans quelques industries, il est peu probable que l'utilisation des TI constitue le principal facteur sous-jacent de l'accélération de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada. Au cours des années 1990, la plupart des industries canadiennes ont accru leurs investissements dans les TI, par suite des progrès technologiques rapides qui ont touché la production des TI et des baisses marquées dans les biens d'équipement des TI. Si l'utilisation des TI est sous-jacente à l'accélération de la croissance de la productivité, cette accélération devrait s'être produite dans la plupart des industries au Canada.

En deuxième lieu, nous examinons l'agrégation pour l'ensemble des industries. Selon un cadre de comptabilité de la croissance, la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises peut être attribuable aux contributions des diverses industries. Si l'utilisation des TI est liée à la reprise de la croissance de la productivité, la majeure partie de la reprise de la croissance de la PMF pour le secteur des entreprises devrait être le fait des industries à forte concentration de TI.

En troisième lieu, nous utilisons une analyse de régression pour déterminer si l'utilisation des TI est liée à l'accélération de la productivité. Si les TI ont été le moteur de la reprise de la PMF, l'accélération de la productivité qui s'est produite après 1995 devrait comporter un lien positif avec leur utilisation.

L'accélération de la productivité est-elle généralisée?

Nous avons établi la croissance de la PMF dans 122 industries du secteur des entreprises au Canada pour la période 1981-2000. La croissance de la PMF d'une industrie correspond à la différence entre la croissance de la production brute et une somme pondérée en fonction de la part de la croissance des facteurs pour les services du capital, les services du travail et les facteurs intermédiaires (Jorgenson, Ho et Stiroh, 2002).

Le tableau 3 présente des statistiques sommaires concernant la croissance de la PMF et de la PAT pour la période 1995-2000, comparativement à la période 1988-1995. Les résultats figurant au tableau 3 montrent que la croissance de la PMF a augmenté dans 62 des 122 industries entre 1988-1995 et 1995-2000. Celles-ci comprennent d'importantes industries de services, comme le commerce de gros, le commerce de détail, les services de communication et les intermédiaires financiers (voir le tableau A1 de l'appendice). En tant que telles, les industries où la croissance de la PMF s'est accélérée ont représenté la majorité de la production brute et des heures travaillées (76,8 p. 100 du nombre total d'heures et 67,0 p. 100 de la production brute en 1995). Nous concluons que l'accélération de la croissance de la productivité après 1995 a touché l'ensemble des industries au Canada.

Tableau 3

Statistiques sommaires concernant les changements dans la croissance de la productivité, après 1995, dans diverses industries

	Nombre d'industries	Proportion des heures (%), 1995	Proportion de la production (%), 1995
Augmentation de la croissance de la PAT	63	70,7	57,8
Augmentation de la croissance de la PMF	62	76,8	67,0
Augmentation de la croissance de la PAT et de la PMF	49	63,7	51,9
Augmentation de la croissance de la PAT, mais non de la PMF	14	9,0	6,0
Augmentation de la croissance de la PMF, mais non de la PAT	13	13,2	15,1

Note : Il y a au total 122 industries.

Même si la reprise de la croissance de la productivité a été généralisée dans toutes les industries, il reste à déterminer si elle a été statistiquement significative. Pour répondre à cette question, nous utilisons un test simple concernant les changements dans les taux moyens de croissance de l'ensemble des industries

$$(3) \qquad \Delta \ln A_{i,t} = \alpha + \beta\, D + \varepsilon_{i,t}, \text{ avec } D = 1 \text{ si } t > 1995,\ D = 0 \text{ autrement,}$$

où $\Delta \ln A_{i,t}$ représente la croissance annuelle de la PMF pour l'industrie i, et t représente les années 1981 à 2000 ou les années 1988 à 2000. Le coefficient α représente la croissance moyenne de la PMF avant 1995, et β représente le changement moyen dans la croissance de la PMF au cours de la période 1995-2000, comparativement à 1981-1995 ou à 1988-1995.

Afin que les coefficients estimés rendent compte de la tendance agrégée de la productivité, nous avons estimé l'équation (3) à partir de la régression par la méthode des moindres carrés. La production nominale a servi de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les résultats de notre régression montrent une hausse importante et statistiquement significative de la croissance de la PMF dans l'ensemble des industries au Canada après 1995. Entre 1988-1995 et 1995-2000, la croissance de la PMF a augmenté d'environ 0,3 point

de pourcentage par année. Cette hausse est statistiquement significative au niveau de confiance de 5 p. 100.

Agrégation des industries

Notre décomposition de la croissance montre que l'accélération de la croissance de la productivité du travail qui s'est produite après 1995 dans le secteur des entreprises est presque entièrement attribuable à l'accélération de la croissance de la PMF. L'intensification du capital de TI a pu contribuer à cette hausse de la croissance de la productivité du travail.

Même si l'accumulation de capital de TI n'a pas été responsable directement de la reprise récente de la croissance de la productivité du travail au Canada, il a été suggéré que les TI pouvaient présenter un lien avec la croissance de la PMF, grâce aux innovations touchant l'organisation et aux effets de réseau ou retombées (Gera, Gu et Lee, 1999; OCDE, 2003). Les TI ont permis aux entreprises d'adopter des méthodes plus efficientes d'organisation du travail, ainsi que d'améliorer les communications entre les producteurs et les consommateurs. Ces nouvelles technologies ont permis à de nouvelles entreprises et à de nouveaux marchés de prendre de l'essor. Par ailleurs, les industries de TI élaborent, fournissent et soutiennent des produits et des services qui sont au cœur de la révolution technologique (Beckstead et Gellatly, 2003). L'OCDE (2003, p. 16) conclut que ces gains supplémentaires ont été importants pour l'Australie, le Canada et les États-Unis.

Nos conclusions selon lesquelles l'accélération de la croissance de la PMF a touché l'ensemble des industries laissent supposer que les TI pourraient être un moteur important de cette croissance. Dans la présente section, nous utilisons la méthode de la comptabilité de la croissance pour examiner la contribution des industries à forte concentration de TI aux hausses de la croissance agrégée de la PMF dans les années 1990. Si les TI ont un effet positif sur la croissance de la PMF, la majeure partie de l'accélération de la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises au Canada devrait provenir des industries qui ont investi considérablement dans les TI.

Tableau 4

Tests de l'accélération de la croissance de la PMF dans les industries après 1995

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,226** (2,41)	–	0,274*** (3,81)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	0,309** (2,13)	0,286** (2,03)	0,262* (1,87)	0,254* (1,86)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération. Les statistiques t figurent entre parenthèses. Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Selon le cadre de la comptabilité de la croissance, la croissance agrégée de la PMF peut être exprimée comme la somme pondérée de la croissance de la PMF des industries, au moyen des facteurs de pondération de Domar, et des termes correspondant à la réaffectation des ressources entre les industries. Dans le présent contexte, le facteur de pondération de Domar est le ratio de la production brute des industries à la valeur ajoutée agrégée en dollars d'origine. Nous avons utilisé cette agrégation de Domar pour examiner les sources de la croissance agrégée de la PMF au Canada. Les résultats figurent au tableau 5.

Au tableau 5, nous avons divisé les industries entre celles qui ont une forte concentration de TI et celles qui ont une faible concentration de TI, selon la proportion des services de capital de TI en 1995. Ces deux groupes sont définis comme représentant chacun environ la moitié de la production agrégée pour la période 1988-1995. On compte au total 33 industries à forte concentration de TI, les 89 autres industries étant à faible concentration de TI. Le tableau A1 de l'appendice renferme une liste des 33 industries à forte concentration de TI. La plupart des industries de services de TI, comme le commerce de gros et de détail, les intermédiaires financiers et les services de communication font partie des industries à forte concentration de TI.

Tableau 5

Sources de la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises

	1981-2000 (1)	1981-1988 (2)	1988-1995 (3)	1995-2000 (4)	(4) - (3)
Croissance agregée de la PMF	0,64	0,72	0,57	1,06	0,49
PMF, pondération de Domar	0,65	0,72	0,57	1,06	0,49
Forte concentration de TI	0,13	-0,01	0,05	0,71	0,66
Faible concentration de TI	0,52	0,72	0,52	0,34	-0,18
Réaffectation du capital et du travail	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Nos résultats montrent que les industries à forte concentration de TI ont peu contribué à la croissance de la PMF avant 1995. Presque toute la croissance de la PMF du secteur des entreprises pour la période 1981-1995 peut être attribuée aux industries à faible concentration de TI. Toutefois, après 1995, les industries à forte concentration de TI ont constitué une source beaucoup plus importante de croissance agrégée de la PMF que les autres industries. Pour la période 1995-2000, les industries à forte concentration de TI ont compté pour 0,71 point de pourcentage, soit 66 p. 100, de la croissance agrégée de la PMF.

La croissance annuelle de la PMF dans le secteur des entreprises a augmenté de 0,49 point de pourcentage au cours de la période 1995-2000, par rapport à la période 1988-1995. Nos résultats montrent que cette accélération est entièrement attribuable à la croissance accrue de la PMF dans les industries à forte concentration de TI. Comme le montre le tableau 6, huit des dix principaux responsables de la hausse de la croissance de la PMF après 1995 sont des industries de services à forte concentration de TI[3]. Aucune de ces industries ne fait partie du secteur de la fabrication produisant des TI. Cela va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle l'utilisation des TI a fait augmenter la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises au Canada.

Tableau 6

Dix principaux responsables de la reprise de la croissance de la PMF après 1995 dans le secteur des entreprises

CTI 1980	Industries	Proportion de TI
113	Industries du commerce de détail	0,22
98	Industries de la construction	0,16
117	Autres services aux entreprises	0,14
67	Industrie des véhicules automobiles	0,10
114	Industries des intermédiaires financiers et des services immobiliers	0,10
109	Industrie de l'énergie électrique	0,08
120	Industries de l'hébergement et de la restauration	0,07
107	Industrie de la transmission des télécommunications	0,06
123	Associations (sauf organisations religieuses) et autres industries de services	0,05
121	Industries de services de divertissements et loisirs	0,05

Liens entre les TI et la reprise de la productivité dans les différentes industries

Dans la présente section, nous tentons de déterminer si la reprise de la croissance agrégée de la PMF est liée à l'utilisation des TI, en effectuant un examen des rapports entre l'utilisation des TI et la croissance de la PMF dans les différentes industries. Si les TI constituent un facteur important de la croissance accrue de la productivité, les industries qui les utilisent davantage devraient enregistrer des gains plus importants de croissance de la productivité.

Le tableau 7 montre la croissance moyenne de la PMF pour les industries à forte concentration de TI et celles à faible concentration de TI. Au cours de la période 1988-1995, les industries à forte concentration de TI ont connu une croissance de la PMF plus faible que celles à faible concentration de TI. Cela laisse supposer que les TI ont peu contribué à la croissance de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada avant le milieu des années 1990. Après 1995, ce paradoxe appelé « paradoxe de la productivité de Solow » a disparu dans le secteur des entreprises au Canada. Les industries à forte concentration de TI enregistrent une croissance plus rapide de la PMF que les autres industries. Entre les périodes

Tableau 7

Croissance de la productivité selon l'intensité des TI

	Proportion des heures	Proportion de la production	Croissance de la PMF	Croissance de la PAT
1988-1995				
Forte concentration de TI	0,63	0,49	0,05	1,24
Faible concentration de TI	0,37	0,51	0,52	1,92
1995-2000				
Forte concentration de TI	0,66	0,52	0,69	2,65
Faible concentration de TI	0,34	0,48	0,36	1,81
1995-2000 moins 1988-1995				
Forte concentration de TI	0,03	0,03	0,63	1,41
Faible concentration de TI	-0,03	-0,03	-0,16	-0,11

Note : La croissance de la PMF moyenne est calculée comme moyenne pondérée de la croissance de la PMF, la production brute nominale servant de facteur de pondération. Pour la croissance moyenne de la PAT, les heures travaillées sont utilisées comme facteur de pondération.

1988-1995 et 1995-2000, les industries à forte concentration de TI ont affiché des gains importants de croissance de la PMF. Par contre, les autres industries ont affiché une baisse légère.

Nous avons estimé la corrélation entre les changements dans la croissance de la PMF au cours des périodes 1988-1995 et 1995-2000, dans les différentes industries, et la proportion de TI en 1995. Nous avons constaté qu'il existe un rapport positif et statistiquement significatif entre les changements de croissance de la PMF et la proportion de TI dans les services du capital dans les différentes industries au Canada. Cela veut donc dire que les industries qui utilisent davantage les TI ont enregistré des hausses plus marquées de la croissance de la PMF entre ces deux périodes.

Même si les corrélations brutes laissent supposer un rapport positif entre les TI et la croissance de la PMF, des résultats plus rigoureux peuvent être obtenus à partir de l'équation de régression suivante :

$$\Delta \ln A_{i,t} = \alpha + \beta\, D + \gamma\, IT_{95} + \eta\, D \cdot IT_{95} + \varepsilon_{i,t}, \quad (4)$$
$$\text{avec } D = 1 \text{ si } t > 1995,\ D = 0 \text{ autrement}$$

où $\Delta \ln A_{i,t}$ représente la croissance annuelle de la PMF pour l'industrie i, IT_{95} représente la proportion de TI dans les services du capital en 1995, le coefficient γ représente le rapport entre les TI et la croissance de la productivité avant 1995, et le coefficient η représente le lien entre les TI et les changements dans la croissance de la PMF après 1995.

Les résultats, qui figurent au tableau 8, montrent qu'il existe un rapport positif et statistiquement significatif entre les TI et l'accélération de la croissance de la productivité dans les différentes industries. Les effets sont assez importants. Selon nos estimations, une hausse de 0,1 point de pourcentage dans la proportion de capital de TI entraîne une accélération de 0,4 point de pourcentage dans la croissance annuelle de la PMF après 1995. Cela va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle les industries qui ont acheté davantage de TI ont connu des gains de productivité plus importants par la suite. Nos conclusions selon lesquelles il existe un rapport positif entre la proportion de capital de TI et l'accélération de la croissance de la PMF appuient l'hypothèse selon laquelle les TI ont fait augmenter la PMF grâce à des innovations complémentaires touchant l'organisation et à des effets de réseau ou retombées.

Tableau 8

Résultats de régression pour les TI et la croissance de la productivité

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,515*** (3,28)	–	0,624*** (5,24)	–
Intensité des TI	-1,261** (-2,28)	–	-1,590*** (-3,68)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	-0,433* (-1,78)	-0,502** (-2,13)	-0,542** (-2,32)	-0,593*** (-2,62)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI	3,173*** (3,78)	3,366*** (4,15)	3,503*** (4,33)	3,644*** (4,66)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Vérification de la robustesse des résultats

Dans cette section, nous procédons à un certain nombre de vérifications de la robustesse des résultats selon lesquels les TI sont liées à la croissance de la PMF. En premier lieu, nous vérifions si nos conclusions sont robustes lorsque nous excluons les industries pour lesquelles les mesures de la productivité sont moins fiables. En deuxième lieu, nous vérifions si nos conclusions sont robustes lorsque que nous excluons les industries productrices de TI. En troisième lieu, nous vérifions si nos résultats sont robustes lorsque nous utilisons une autre mesure de la proportion de capital de TI.

Beckstead, Girard et Harchaoui (2001) ont déterminé un certain nombre d'industries au Canada dont les mesures de la productivité sont moins fiables. Il s'agit notamment de la construction, des intermédiaires financiers et des services immobiliers, des services aux entreprises et des autres industries de services. Lorsque nous excluons ces industries de notre régression (4) de la croissance de la PMF, nous obtenons un résultat similaire, figurant au tableau 9. Nos résultats montrent que les TI sont liées à une accélération de la croissance de la PMF après

Tableau 9

Résultats de régression pour les TI et la croissance de la productivité (à partir d'un échantillon d'industries dont les mesures sont fiables)

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,717*** (3,82)	–	0,484*** (5,68)	–
Faible concentration de TI	-1,291 (-1,57)	–	-0,032*** (-4,54)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	-0,752*** (-2,61)	-0,750*** (-2,66)	-0,094 (-0,56)	-0,643** (-2,38)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI	4,757*** (3,73)	4,644*** (3,73)	0,050*** (3,96)	3,063** (2,56)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Tableau 10

Résultats de régression pour les TI et la croissance de la productivité (à partir d'un échantillon d'industries excluant celles qui produisent des TI)

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,589*** (3,81)	–	0,762*** (6,49)	–
Forte concentration de TI	-1,888*** (-3,34)	–	-2,640*** (-5,94)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	-0,442* (-1,85)	-0,498** (-2,13)	-0,615*** (-2,68)	-0,646*** (-2,86)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI	3,086*** (3,61)	3,246*** (3,89)	3,839*** (4,64)	3,898*** (4,81)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

1995 dans toutes ces industries au Canada dont les mesures sont fiables. Le lien est statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 p. 100.

Les industries productrices de TI ont connu une croissance rapide de la PMF et figuraient aussi parmi les plus grandes utilisatrices des TI[8]. Lorsque nous appliquons à nouveau la régression (4) à un échantillon de industries qui excluent les industries productrices de TI, nous obtenons des résultats similaires (tableau 10).

Les résultats figurant ci-dessus utilisent la proportion de TI dans les services du capital comme une variable indépendante. Lorsque nous utilisons la proportion du capital de TI dans la production brute nominale, nous voyons que nos résultats résistent à l'utilisation de cette autre mesure de la proportion du capital de TI (tableau 11).

Tableau 11

Résultats de régression pour les TI et la croissance de la productivité (en utilisant le ratio des services du capital de TI à la production nominale comme variable indépendante)

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,375*** (3,32)	–	0,484*** (5,68)	–
Ratio services des TI/production	-0,021** (-2,36)	–	-0,032*** (-4,54)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	-0,015 (-0,09)	-0,034 (-0,20)	-0,094 (-0,56)	-0,150 (-0,92)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Ratio TI/production	0,039*** (2,99)	0,043*** (3,35)	0,050*** (3,96)	0,054*** (4,43)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

La spécification empirique utilisée dans l'équation (4) pour l'examen du lien entre les TI et la croissance de la PMF place l'ensemble du fardeau de l'explication sur la proportion de capital de TI. Il est possible que d'autres variables, comme la proportion de facteurs intermédiaires dans la production nominale, comportent aussi un lien avec l'accélération de la croissance de la PMF. Lorsque nous remplaçons la proportion de capital de TI dans l'équation (4) par la proportion de facteurs intermédiaires, nous voyons que la nouvelle variable ne comporte pas de lien avec la croissance de la PMF (tableau 12)[5].

En résumé, nous obtenons des preuves convaincantes que les TI sont liées à l'accélération de la croissance de la PMF, qui s'est produite après 1995, dans l'ensemble des industries au Canada. Nos conclusions appuient l'hypothèse selon laquelle les TI ont fait augmenter la PMF au Canada, grâce aux innovations touchant l'organisation qui découlent des TI et aux effets de réseau ou retombées.

Tableau 12

Résultats de régression pour les intrants intermédiaires et la croissance de la productivité

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000		1981-2000	
Constante	0,348 (1,36)	–	0,855*** (4,43)	–
Ratio intrants intermédiaires/ production	-0,002 (-0,51)	–	-0,011*** (-3,25)	–
Variable nominale de la période postérieure à 1995	0,281 (0,71)	0,336 (0,88)	-0,226 (-0,60)	-0,071 (-0,19)
Variable nominale de la période postérieure à 1995* Ratio intrants intermédiaires/production	0,001 (0,08)	-0,001 (-0,14)	0,010 (1,38)	0,006 (0,96)
Effets fixes des industries	Non	Oui	Non	Oui

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Nos résultats pour le Canada correspondent à ceux obtenus pour les États-Unis par Basu et coll. (2003). Les auteurs ont constaté que l'utilisation des TI a été liée à la croissance de la PMF dans le secteur des entreprises aux États-Unis au cours des années 1990. Ils interprètent cela comme une preuve que les TI ont fait augmenter la productivité multifactorielle aux États-Unis, grâce à une intervention conjointe ciblée sur les plans du capital organisationnel et des externalités associés aux investissements dans les TI.

Stiroh (2002a) a aussi examiné le lien entre les TI et la reprise de la croissance de la PMF et a constaté que les TI ne sont pas liés à l'accélération de la croissance de la PMF dans l'ensemble des industries manufacturières aux États-Unis. Toutefois, la plupart des investissements dans les TI se font à l'extérieur des industries manufacturières, comme les intermédiaires financiers, les assurances et les services immobiliers, ainsi que le commerce de gros et de détail. En mettant l'accent sur les industries manufacturières, l'auteur est peut-être passé à côté des répercussions les plus importantes des TI.

Rôle du capital humain et de la perméabilité aux échanges en ce qui a trait à la croissance de la productivité

NOS RÉSULTATS MONTRENT QUE LES TI sont liées à la hausse de la croissance de la PMF qui s'est produite après 1995 dans le secteur des entreprises au Canada. Dans la présente section, nous nous demandons s'il existe d'autres caractéristiques des industries qui sont liées à l'accélération de la PMF. Selon des études antérieures, les entreprises doivent disposer d'une main-d'œuvre qualifiée pour tirer profit des possibilités liées à la productivité découlant des nouvelles technologies comme les TI. Autrement dit, les travailleurs qualifiés et les TI jouent un rôle complémentaire pour ce qui est de l'amélioration du rendement en matière de productivité (Jorgenson, Ho et Stiroh, 2002; Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt, 2002). On peut aussi prétendre que les industries qui font face à plus grande concurrence sur la scène internationale sont plus susceptibles d'adopter des changements dans leurs pratiques en milieu de travail afin d'accroître les gains liés aux TI. De fait, Caselli et Coleman II (2001) ont constaté que les pays qui sont plus ouverts aux échanges internationaux ont tendance à avoir recours plus rapidement à des ordinateurs.

Pour examiner le rôle du capital humain dans l'augmentation des gains de productivité liés aux TI, nous élargissons l'équation (4) en ajoutant une variable, à savoir la proportion de travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire (mesurée en 1995) et son terme d'interaction avec l'intensité des TI (aussi mesurée en 1995). Les résultats figurent au tableau 13. Le coefficient positif du terme d'interaction entre la proportion de capital de TI et la proportion de travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire laisse supposer que les industries qui sont à la fois des utilisatrices importantes des TI et où l'on retrouve un grand nombre de travailleurs spécialisés ont enregistré des gains plus grands de productivité après 1995. Les effets sont assez importants. Selon nos estimations, une hausse de 0,1 point de pourcentage de la proportion de capital de TI et de la proportion de travailleurs titulaires d'un diplôme universitaire est liée à une accélération de 0,2 point de pourcentage de la croissance annuelle de la PMF et de la croissance de la productivité du travail pour la période 1995-2000, comparativement à la période 1988-1995. Cela correspond à l'hypothèse selon laquelle les TI et les travailleurs qualifiés jouent un rôle complémentaire pour ce qui est de l'amélioration du rendement de la productivité.

Tableau 13

Résultats de régression pour les TI, le capital humain et la croissance de la productivité

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000	1981-2000
Variable nominale de la période postérieure à 1995	0,829** (2,09)	0,457 (1,19)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI	2,139 (1,28)	2,494 (1,54)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Titulaires d'un diplôme universitaire	-12,41*** (-4,98)	-9,573*** (-4,00)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI*Titulaires d'un diplôme universitaire	18,21*** (2,84)	14,60** (2,35)

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Enfin, nous tentons de déterminer si les industries qui sont davantage ouvertes aux échanges internationaux enregistrent des gains plus grands de productivité liés aux TI. Baldwin et Gu (2003) ont constaté que le fait de mettre l'accent sur les exportations comporte un lien avec la croissance et le succès au sein des entreprises canadiennes de fabrication. Étant donné que nous ne disposons pas de données sur le commerce des industries autres que de la fabrication au niveau de détail utilisé, nous limitons notre analyse à un échantillon d'entreprises du secteur de la fabrication. Les résultats figurent au tableau 14.

Au tableau 14, l'ouverture au commerce est définie comme le ratio des exportations et des importations à la production brute nominale en 1995. Contrairement à nos résultats pour le secteur des entreprises, il n'existe pas de preuve que la PMF s'est accélérée après 1995 dans le secteur de la fabrication. Le coefficient positif du terme d'interaction de l'intensité des TI et de l'ouverture au commerce laisse supposer que les industries qui sont davantage ouvertes aux échanges internationaux ont enregistré de plus importants gains de croissance de la productivité pour la période 1995-2000. L'estimation du coefficient est statistiquement significative au niveau de confiance de 10 p. 100[9].

Tableau 14

Résultats de régression pour les TI, la perméabilité aux échanges et la croissance de la productivité (à partir d'un échantillon d'industries manufacturières)

Variable dépendante : croissance annuelle de la PMF

	1988-2000	**1981-2000**
Variable nominale de la période postérieure à 1995	0,662 (0,81)	0,357 (0,47)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI	-4,794 (-1,15)	-1,631 (-0,42)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Commerce	-0,874 (-1,25)	-0,376 (-0,58)
Variable nominale de la période postérieure à 1995*Intensité des TI*Commerce	5,082* (1,59)	1,606 (0,54)

Note : Les estimations du coefficient sont fondées sur une régression par la méthode pondérée des moindres carrés, la production nominale servant de facteur de pondération pour la régression de la croissance de la PMF. Les statistiques t figurent entre parenthèses.
Un astérisque indique que la tendance est significative au niveau de confiance de 10 p. 100, deux astérisques, au niveau de confiance de 5 p. 100, et trois astérisques, au niveau de confiance de 1 p. 100.

Conclusion

DANS LE PRÉSENT DOCUMENT, nous avons tenté de déterminer si l'accélération de la croissance de la productivité qui s'est produite après 1995 dans le secteur des entreprises au Canada est liée aux technologies de l'information et des communications. Nos principales conclusions sont les suivantes.

Tout d'abord, nos résultats montrent que la reprise de la croissance de la productivité du travail dans le secteur des entreprises au Canada est presque entièrement due à l'accélération de la croissance de la PMF. L'intensification du capital n'a pas contribué à la reprise de la croissance de la productivité du travail. Toutefois, l'intensification du capital de TI a augmenté après 1995, ce qui a contribué de façon minime, mais positive, à l'accélération de la croissance de la productivité du travail après 1995 au Canada. Nos résultats pour le Canada contrastent fortement avec ceux pour les États-Unis. Aux États-Unis, l'intensification rapide du capital et l'accélération de la croissance de la PMF ont contribué de façon importante à la reprise de la croissance de la productivité du travail au cours des années 1990.

En deuxième lieu, même si l'intensification du capital de TI n'a pas beaucoup contribué directement à la reprise de la croissance de la productivité du travail au Canada au cours des années 1990, nous avons constaté que les TI comportent un lien avec l'accélération de la croissance de la PMF au Canada, grâce aux effets de réseau ou retombées. Les TI ont permis aux entreprises d'adopter des méthodes plus efficaces d'organisation du travail et d'améliorer les communications entre les producteurs et les consommateurs. Un certain nombre de résultats appuient cette hypothèse. Tout d'abord, l'accélération de la croissance de la PMF a touché l'ensemble des industries. Celles qui ont connu une accélération de la PMF dans les années 1990 représentaient plus de 70 p. 100 de la production. Ensuite, l'accélération de la croissance de la PMF dans les années 1990 a été entièrement le fait des industries à forte concentration de TI. Huit des dix principaux responsables de l'accélération de la croissance de la PMF sont des industries de services à forte concentration de TI, y compris le commerce de détail, les services de communication, les intermédiaires financiers et les services aux entreprises. Enfin, les industries à plus forte concentration de TI ont affiché une plus grande accélération de la croissance de la PMF dans les années 1990 que celles à faible concentration de TI. Ces résultats appuient en outre l'hypothèse de Robidoux et Wong (2003) selon laquelle l'accélération de la croissance de la productivité qui s'est produite au Canada après 1995 constitue un phénomène réel, et non pas uniquement un phénomène cyclique. Si l'accélération de la croissance de la productivité au Canada était attribuable à des forces cycliques, celles-ci auraient dû être concentrées dans des industries à forte concentration de TI pour pouvoir expliquer l'ensemble de la situation[7].

En troisième lieu, conformément à l'hypothèse selon laquelle les travailleurs du savoir et les TI jouent un rôle complémentaire, nous avons constaté que les industries qui comptent la proportion la plus grande de travailleurs du savoir ont enregistré les gains de productivité les plus importants découlant des TI. Nous avons en outre constaté que les industries de la fabrication qui sont davantage ouvertes aux échanges internationaux ont connu de plus grands gains de productivité découlant des TI.

Notes

1 Les deux autres études du présent volume ont aussi mis l'accent sur la distinction entre l'utilisation des TI et la production des TI (Ho, Rao et Tang, 2003; Harchaoui, Tarkhani et Khanam, 2003).

2 Ces tableaux ont été élaborés au printemps 2003.

3 Les deux exceptions sont les industries de la construction et celle des véhicules automobiles.

4 Les industries productrices de TI comprennent le matériel de communication et autre matériel électronique; les machines pour bureaux, magasins et commerces; ainsi que la transmission des télécommunications.

5 Lorsque nous faisons intervenir les facteurs intermédiaires et les proportions de TI dans la même équation, nous constatons que le coefficient du terme d'interaction de la proportion de TI et de la variable nominale de la période postérieure à 1995 demeure positif et statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 p. 100. Le coefficient de l'interaction de la proportion de facteurs intermédiaires et de la variable nominale de la période postérieure à 1995 n'est pas significatif au niveau de confiance de 10 p. 100 pour la période 1988-2000. Toutefois, pour la période 1981-2000, le coefficient de l'interaction de la proportion de facteurs intermédiaires et de la variable nominale de la période postérieure à 1995 est positif et statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 p. 100.

6 En ce qui a trait aux industries manufacturières, nous avons procédé à une régression comprenant à la fois l'interaction de l'ouverture au commerce et des TI et l'interaction de la proportion de travailleurs qualifiés et de la proportion de TI. Nous avons constaté que le coefficient du premier élément est positif et statistiquement significatif au niveau de confiance de 5 p. 100, ce qui laisse supposer un lien de complémentarité entre les TI et les travailleurs qualifiés dans les industries manufacturières au Canada. Le coefficient de l'interaction de l'ouverture au commerce et de la proportion de TI est positif. Toutefois, il n'est plus statistiquement significatif au niveau de confiance de 10 p. 100.

7 Stiroh (2002b) présente un argument similaire à l'encontre de la perception selon laquelle la reprise de la productivité aux États-Unis au cours des années 1990 ne constitue pas un phénomène réel, mais seulement un phénomène cyclique.

Remerciements

NOUS AIMERIONS REMERCIER John Baldwin, Mike Denny, Erwin Diewert et Tarek Harchaoui pour leurs commentaires utiles. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de Statistique Canada ou d'Industrie Canada.

Bibliographie

Armstrong, P., T.M. Harchaoui, C. Jackson et F. Tarkhani. « Une comparaison de la croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'âge de l'information, 1981-2000: l'importance de l'investissement dans les technologies de l'information et des communications », *Documents de recherche sur l'analyse économique*, 11F0027MIF2002001, Statistique Canada, 2002. Ce document a aussi été publié dans le *Monthly Labor Review*, 2002.

Baldwin, J.B., et W. Gu. « Export-market Participation and Productivity Performance in Canadian Manufacturing », *Revue canadienne d'économique*, 2003.

Basu, S., J.G. Fernald, N. Oulton et S. Srinivasan. « The Case of the Missing Productivity Growth: or, Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States but not the United Kingdom? », article présenté lors de la 37e réunion annuelle de l'Association canadienne d'économique, Ottawa, Canada, 2003.

Beckstead, D., et G. Gellatly. « La croissance et le développement des industries de la nouvelle économie », dans *L'économie canadienne en transition*, Statistique Canada, no 11-622-MIF2002001 au catalogue, 2003.

Beckstead, D., A. Girard et T.M. Harchaoui. « Une évaluation de la qualité des données du programme de productivité de Statistique Canada », dans *La croissance de la productivité au Canada*, Statistique Canada, no 15-204 au catalogue, 2001.

Bresnahan, T.F., E. Brynjolfsson et L. Hitt. « Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, no 1 (2002), p. 339-376.

Brynjolfsson, E., et L. Hitt. « Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, no 4 (2000), p. 23-48.

Caselli, F., et W. Coleman II. « Cross-country Technology Diffusion: The Case of Computers », *American Economic Review*, vol. 91, no 2 (2001), p. 328-335.

Colecchia, A., et P. Schreyer. « ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries », *Review of Economic Dynamics*, vol. 5, nº 2 (avril, 2002), p. 408-443.

Crawford, A. « Trends in Productivity Growth in Canada », *Bank of Canada Review*, (printemps 2002), p.19-32.

Faruqui, U., W. Gu, M. Kaci, M. Laroche et J.-P. Maynard. « Differences in Productivity Growth: Canada-U.S. Business Sectors, 1987-2000 », *Monthly Labor Review*, vol. 126, nº 4 (avril 2003), Washington D.C.: Bureau of Labor Statistics, p. 16-29.

Gellatly G., M. Tanguay et B. Yan. « Une methode alternative d'estimation de la dépréciation économique : nouveaux résultats obtenus au moyen d'un modele de survie », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.B. Baldwin et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, nº 12-204 au catalogue, 2003.

Gera, S., et W. Gu. « Effet des innovations organisationnelles et des technologies de l'information sur le rendement des entreprises », *Economic Analysis Research Papers*, 11F0027MIF2002001, Statistique Canada. À paraître.

Gera, S, W. Gu et F.C. Lee. « Information Technology and Labour Productivity Growth: An Empirical Analysis for Canada and the U.S. », *Revue canadienne d'économique*, vol. 32, nº 2 (1999), p. 384-407.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard et M.-A. Sillamaa. « Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M. et F. Tarkhani. « Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le Programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, nº 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M, F. Tarkhani et B. Khanam. « Information Technology and Economic Growth in the North American Private Business Sector », article présenté lors de la 37ᵉ réunion annuelle de l'Association canadienne d'économique, Ottawa, Canada, 2003.

Ho, M., S. Rao et J. Tang. « The Impact of ICT on Economic and Productivity Growth at the Industry Level: A Canada-U.S. Comparison », article présenté lors de la 37ᵉ réunion annuelle de l'Association canadienne d'économique, Ottawa, Canada, 2003.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho et K.J. Stiroh. « Growth of U.S. Industries and Investment in Information Technology and Higher Education », Université Harvard, 2002. Document reprographié.

OCDE. *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*, Paris, 2003.

Pilat, D., et F.C. Lee. « Productivity Growth in ICT-Producing and ICT-Using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD? », *OECD STI Working Papers*, nº 2001/4, 2001.

Rao, S., et J. Tang. « La contribution des TIC à la croissance de la productivité au Canada et aux États-Unis dans les années 90 », *Observation internationale de la productivité*, vol. 3 (automne 2001), p. 3-18.

Robidoux, B., et B. Wong. « Has Trend Productivity Growth Increased in Canada? », ministère des Finances, Canada, 2003. Document reprographié.

Stiroh, K.J. « Are ICT Spillovers Driving the New Economy? », *Review of Income and Wealth*, vol. 48, nº 1 (2002a), p. 33-57.

——. « Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? », *American Economic Review*, vol. 92, nº 5 (2002b), p. 1559-1576.

Appendice

Tableau A1

Liste des industries à forte concentration de TI

Industries	**Proportion des TI dans les services du capital en 1995**
Industries des services d'enseignement	0,7915
Associations (sauf organisations religieuses) et autres industries de services	0,7236
Autres services aux entreprises	0,6448
Industrie de la transmission des télécommunications	0,6447
Industries de services de divertissements et loisirs	0,4854
Industrie des huiles végétales (sauf l'huile de maïs)	0,4457
Industries de machines pour bureaux, magasins et commerces	0,3870
Industries de la diffusion des télécommunications	0,3803
Industrie de la distribution d'eau et autres industries de services publics n.c.a.	0,3709
Industrie des matières plastiques et des résines synthétiques	0,3644
Industries des intermédiaires financiers et des services immobiliers	0,3575
Industries des services postaux et services de messagers	0,3545
Industrie des gros appareils (électriques ou non)	0,3212
Industries des produits en caoutchouc	0,3205
Industries de l'équipement de communication et d'autre matériel électronique	0,3169
Industries des produits chimiques d'usage industriel n.c.a.	0,3146
Industries du commerce de détail	0,3121
Autres industries du transport	0,3112
Industrie des fils et câbles électriques et de communication	0,3059
Industries des produits raffinés du pétrole et du charbon	0,3010
Industrie des phonographes et des récepteurs de radio et de télévision	0,2868
Industries du commerce de gros	0,2762
Autres industries de produits électriques et électroniques	0,2661
Autres industries manufacturières	0,2616
Imprimerie, édition et industries connexes	0,2610
Industries des assurances	0,2530
Autres services personnels	0,2492
Autres industries des services de soins de santé et des services sociaux	0,2398
Industries de l'hébergement et de la restauration	0,2382
Industries du transport aérien et des services relatifs au transport aérien	0,2324
Industrie de l'énergie électrique	0,2294
Industrie de la distribution de gaz	0,2176
Industrie du clichage, de la composition et de la reliure	0,2157

Sources de la croissance de la production dans certaines industries au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information

4

Mun S. Ho, Someshwar Rao et Jianmin Tang

Résumé

DANS LE PRÉSENT DOCUMENT, nous comparons les sources de la croissance économique et de la productivité du travail dans l'industrie canadienne et américaine, en utilisant des données comparables, récemment élaborées, sur 34 industries couvrant la période 1981-2000. Nous nous intéressons aux technologies de l'information (TI) comme intrants et comme produits. Nos recherches montrent que la croissance de la production aux États-Unis et son accélération durant la seconde moitié des années 1990 tenaient, dans une large mesure, à l'accumulation de capital de TI et à l'utilisation accrue de travailleurs ayant une formation universitaire. Par contre, la croissance au Canada était attribuable principalement à l'accumulation de capital non lié aux TI et à l'utilisation accrue de travailleurs sans formation universitaire. La reprise économique aux États-Unis s'est relativement concentrée dans les industries productrices de TI, tandis qu'au Canada elle a été généralisée dans l'ensemble des industries. L'intensification du capital de TI a, dans une certaine mesure, contribué à l'augmentation de la productivité du travail au Canada durant la seconde moitié des années 1990, mais elle a été le moteur du regain de la croissance de la productivité du travail aux États-Unis et s'est répercutée sur l'ensemble des industries américaines. Enfin, dans les deux pays, le capital de TI a eu le plus d'effet sur les industries productrices de TI, suivies des industries utilisatrices de TI.

Introduction

L'ACCÉLÉRATION DE LA CROISSANCE DE LA PRODUCTION au Canada et aux États-Unis durant la seconde moitié des années 1990 a suscité un vif intérêt et beaucoup de commentaires, notamment dans les grands médias. De nombreux auteurs ont signalé le rôle important joué dans cette reprise économique de la croissance rapide de l'investissement en technologies de l'information (TI). La croissance de l'investissement en TI est attribuable, dans une large mesure, à la baisse sans précédent des prix réels du matériel et des logiciels liés aux technologies

de l'information, qui s'explique par le rythme extraordinaire d'innovation et de croissance de la productivité dans les industries productrices de TI. Simultanément, l'investissement dans les technologies de pointe a renforcé la demande de travailleurs ayant la formation et les compétences essentielles à leur utilisation efficace. La proportion de travailleurs ayant un diplôme universitaire a augmenté sensiblement[1]. Même s'il n'y a pas unanimité d'opinion, un consensus se dégage des études récentes sur la croissance autour de l'idée que l'investissement accru dans les TI et le capital humain joue un rôle clé dans la croissance économique et l'augmentation de la productivité du travail dans les deux pays[2].

Toutefois, l'incidence de ces deux facteurs n'est pas la même dans les deux pays ou dans toutes les industries. Stiroh (2002) montre que si l'investissement dans les TI a des répercussions sur plusieurs industries aux États-Unis, la mesure dans laquelle il a un effet sur la croissance de la productivité diffère d'une industrie à l'autre. Le niveau de scolarité diffère aussi d'une industrie à l'autre, comme le soulignent Jorgenson, Ho et Stiroh (2002). La situation évolue de façon similaire au Canada, mais nous constatons deux différences importantes entre les deux pays. En premier lieu, le Canada est moins touché que les États-Unis par l'essor des TI — les industries productrices de TI sont de petite taille et le ratio de l'investissement en TI au PIB, ou l'intensité de l'investissement en TI, est plus faible (Rao et Tang, 2001; Harchaoui, Tarkhani, Jackson et Armstrong, 2002). En second lieu, une proportion plus faible de la population active au Canada a fait des études universitaires, bien que l'écart entre les deux pays ait légèrement diminué durant la seconde moitié des années 1990 (Rao, Tang et Wang, 2002). Nous examinons ces différences dans la présente étude.

La reprise de la croissance de la production, de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs aux États-Unis depuis 1995 a été remarquable. Comme nous le montrons plus loin, la production du secteur des entreprises aux États-Unis a augmenté à un taux annuel de 4,5 p. 100 durant la seconde moitié des années 1990, contre 2,6 p. 100 durant la première moitié de la décennie. Selon de nombreux auteurs, les TI ont joué un rôle clé dans cette reprise. Le capital a contribué pour 1,2 point de pourcentage à ce taux de croissance de 4,5 p. 100, même s'il représente moins de 10 p. 100 de l'intrant capital (voir, par exemple, Jorgenson, Ho et Stiroh, 2002, et Oliner et Sichel, 2000). La production a crû à un rythme encore plus rapide au Canada, passant de 2,1 p. 100 par an à 5,0 p. 100. Au Canada, le capital de TI joue aussi un rôle de plus en plus important dans la croissance de la production.

Comparativement aux États-Unis, toutefois, l'amélioration de la croissance de la productivité du travail (production par heure) dans le secteur des entreprises au Canada a été relativement modeste malgré une plus forte accélération de la croissance de la production. Aux États-Unis, la croissance de la productivité du travail est passée de 1,0 p. 100 entre 1988 et 1995 à 2,3 p. 100 entre 1995 et 2000, tandis que la croissance de la productivité au Canada est passée de 1,6 p. 100 à 1,9 p. 100 durant la même période. En outre, les sources de la croissance de la productivité du travail étaient différentes dans les deux pays. Aux États-Unis, la contribution du capital de TI est passée de 0,5 à 1,0 point de pourcentage, tandis qu'au Canada elle est passée de seulement 0,3 à 0,5 point de pourcentage. Nous observons des différences semblables au niveau des industries.

Notre objectif est de scruter en détail l'effet de la révolution des TI sur la tendance récente de la performance économique et de la croissance de la productivité au Canada. À l'aide d'une méthodologie et de données comparables, nous contrastons les résultats du Canada et l'expérience américaine et examinons les facteurs pouvant expliquer les écarts entre les tendances des deux pays. Nous examinons notamment l'effet de l'industrie des TI et d'une plus grande scolarité sur la croissance de la production et de la productivité du travail de part et d'autre. En désagrégeant le capital total en capital de TI et capital non lié aux TI et en répartissant l'intrant travail entre les travailleurs ayant une formation universitaire et ceux qui n'en ont pas, nous tentons de trouver les raisons qui expliquent les écarts de croissance économique et de productivité du travail entre les deux pays dans certaines industries. Nous examinons plus particulièrement deux questions. Premièrement, dans les diverses industries, ces écarts entre le Canada et les États-Unis sont-ils liés aux TI et au niveau de scolarité? Deuxièmement, l'écart de performance est-il généralisé ou concentré dans les industries productrices de TI et les industries à forte utilisation de TI?

À l'aide de données nouvellement élaborées portant sur la période 1981-2000, nous examinons et comparons les sources de la croissance économique et de la productivité dans les deux pays pour un ensemble de 34 industries regroupées spécialement de manière à mettre l'accent sur les TI et de permettre des comparaisons internationales. La concordance et les codes de classification des industries pour le Canada et les États-Unis sont énumérés au tableau 1. La plupart des secteurs sont ceux bien connus au niveau à deux chiffres mais certaines industries sont désagrégées encore davantage. Par exemple, nous séparons les ordinateurs des autres machines, le matériel électronique et de communication des autres matériels électriques, et les services aux entreprises (y compris les logiciels), les services de santé et les services d'enseignement des autres services[3].

Tableau 1

Liste des industries dans le secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis

Industrie		Canada – Classification type des industries, CTI 1980	États-Unis – Classification type des industries, CTI 1987
1 Agriculture	Agriculture, exploitation forestière et pêches	011-023, 031-033	01, 02, 07-09
2 Exploitation minière non énergétique	Exploitation minière non énergétique	061, 062, 081-082, 091-092	10,14
3 Extraction du charbon	Extraction du charbon	063	12
4 Pétrole brut	Pétrole brut et gaz naturel	071	13
5 Construction	Construction	401-449	15-17
6 Bois et meubles	Bois et meubles	041, 051, 251-259, 261-269	24-25
7 Produits non métalliques	Pierre, argile et verre	351-359	32
8 Première transformation des métaux	Première transformation des métaux	291-299	33
9 Fabrication de produits métalliques	Fabrication de produits métalliques	301-306, 309	34
10 Machines	Machines sauf ordinateurs	307, 308, 311-319	35 sauf 357
11 Ordinateurs	Ordinateurs et machines de bureau	336	357
12 Matériel électrique	Autre matériel électrique	331-334, 337-339	36 sauf (366-367)
13 Matériel électronique	Matériel électronique et de communication	335	366-367
14 Véhicules automobiles	Véhicules automobiles	323-325	371
15 Autre matériel de transport	Autre matériel de transport	321, 326-329	372-379
16 Fabrication diverse	Activités diverses de fabrication	391-399	38-39
17 Aliments et tabac	Aliments et tabac	100-114, 121-122	20-21
18 Textiles	Textiles, habillement, cuir	1711-1719, 181-199, 243-249	22-23, 31
19 Papier et produits connexes	Papier et produits connexes	271-279	26

Tableau 1 (suite)

Liste des industries dans le secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis

Industrie		Canada - Classification type des industries, CTI 1980	États-Unis - Classification type des industries, CTI 1987
20 Imprimerie	Imprimerie et édition	281-284	27
21 Produits chimiques	Produits chimiques	371-379	28
22 Raffinage du pétrole	Raffinage du pétrole	361-369	29
23 Caoutchouc et plastiques	Caoutchouc et plastiques	151-159, 161-169	30
24 Transport	Transport et entreposage	451-479, 484	40-47
25 Communications	Communications	481-483	48
26 Services d'électricité	Services d'électricité	491	491, ½ 493
27 Services de gaz	Services de gaz	492	492, ½ 493
28 Commerce de gros	Commerce de gros	501-599	50-51
29 Commerce de détail	Commerce de détail	601-692	52-59
30 Finances, assurances et immobilier	Finances, assurances et immobilier (location)	70-74, 7511-7512, 759, 76	60-67
31 Services aux entreprises	Services aux entreprises	771-779	73, 81
32 Services de santé	Services de santé et services sociaux, privés	862-869	801-809, 83
33 Services d'enseignement privés	Services d'enseignement privés	851-852, 854-859	82
34 Autres services	Autres services	493-499, 911-999	494-497, 70-72, 75-79, 84-87, 89

Étant donné que notre analyse est centrée sur les TI, nous avons réparti l'intrant capital entre le capital de TI (matériel informatique et de communication et logiciels) et le capital non lié aux TI (structures, autres machines et matériel, stocks et terrains). Bien que le capital de TI ne représente qu'une petite partie du stock de capital total (moins de 5 p. 100 aux États-Unis en 2001), il augmente rapidement. Nous avons réparti l'intrant travail en deux groupes : les travailleurs qui ont une formation universitaire et ceux qui n'en ont pas. Du côté de la production, pour mesurer l'effet des TI, à l'instar de van Ark, Inklaar et McGuckin (2003), nous avons agrégé les 34 industries en trois grands groupes : les industries productrices de TI, les industries à forte utilisation de TI et les industries non utilisatrices de TI. Ces chercheurs ont utilisé la part du capital de TI dans l'intrant capital total au niveau de l'industrie aux États-Unis, selon Stiroh (2002), pour déterminer si une industrie était à forte utilisation de TI. Les industries productrices de TI sont celles des ordinateurs, du matériel électronique et de communication, et des services de communication. Les deux premières sont des industries de fabrication de matériel de TI, tandis que la troisième est une industrie produisant des services de TI[4]. Les industries à forte utilisation de TI (appelées ci-dessous industries utilisatrices de TI) sont les suivantes : machines sauf les ordinateurs; matériel électrique; autre matériel de transport; imprimerie et édition; fabrication diverse; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les 22 autres industries figurant au tableau 1 sont classées comme industries non utilisatrices de TI.

Le présent document représente l'aboutissement des recherches conjointes menées par Industrie Canada, Statistique Canada et Jorgenson Associates[5]. Dans une étude antérieure, Jorgenson et Lee (2001) ont quantifié les sources de la croissance de la production et de la productivité au Canada et aux États-Unis en élaborant des données comparables pour le Canada en utilisant la même méthodologie. Deux des études publiées dans cette monographie présentaient des comparaisons détaillées des tendances de la production, des intrants et de la productivité (Gu et Ho, 2000) ainsi que des niveaux de productivité (Lee et Tang, 2000) dans les industries des deux pays. Dans le présent document, nous appliquons le cadre conceptuel élaboré par Gu et Ho (2000) en centrant l'analyse sur les TI et la main-d'œuvre hautement scolarisée[6].

Dans la section qui suit, intitulée *Cadre empirique*, nous établissons un cadre conceptuel pour l'examen des sources de la croissance de la production et de la productivité du travail au niveau de l'industrie. Nous exposons dans ses grandes lignes le modèle conceptuel d'analyse de la contribution des différentes industries à la croissance de la production agrégée et de la productivité agrégée du travail. Dans la section intitulée *Problèmes liés aux données et aux mesures*, nous

décrivons les données employées. Dans la section intitulée *Résultats de la comptabilité de la croissance*, nous présentons les résultats portant sur les sources de la croissance de la production et de la productivité du travail dans les différentes industries des deux pays. Dans cette section, nous comparons aussi la performance des deux pays et nous indiquons les sources de la croissance de la production agrégée et de la productivité agrégée du travail. Nous présentons un résumé de nos principales conclusions dans la dernière section.

Cadre empirique

À L'INSTAR DE JORGENSON, GOLLOP ET FRAUMENI (1987), et de Gu et Ho (2000), nous utilisons un cadre de comptabilité de la croissance pour examiner les sources de la croissance de la productivité du travail des industries. De nombreux chercheurs se sont servis de ce cadre pour étudier les sources de la croissance économique. Mais contrairement aux études précédentes, notre document porte sur les TI et le capital humain. Nous débutons notre analyse au niveau de l'industrie, puis nous décrivons la décomposition de la croissance agrégée.

Analyse des industries

Nous supposons que la fonction de production pour l'industrie *i* prend la forme :

$$(1) \qquad Y_i = A_i \cdot f(K_i^{IT}, K_i^{NIT}, L_i^{BA}, L_i^{NBA}, M_i),$$

où Y_i est la production annuelle brute de l'industrie, K_i^{IT} et K_i^{NIT} sont les intrants capital de TI et capital non lié aux TI, L_i^{BA} et L_i^{NBA} sont les intrants travail (main-d'œuvre ayant et n'ayant pas au moins un baccalauréat), M_i représente l'ensemble des intrants intermédiaires, et A_i est le facteur d'accroissement de la fonction des intrants, souvent appelé productivité multifactorielle (PMF)[7].

Si l'on fait l'hypothèse de rendements d'échelle constants et de marchés concurrentiels pour les produits et les intrants, l'indice translogarithmique de la croissance de la productivité pour l'industrie *i* est :

$$(2) \qquad \begin{aligned} \Delta \ln A_i = {} & \Delta \ln Y_i - \overline{v}_{IT,i} \Delta \ln K_i^{IT} - \overline{v}_{NIT,i} \Delta \ln K_i^{NIT} \\ & - \overline{v}_{BA,i} \Delta \ln L_i^{BA} - \overline{v}_{NBA,i} \Delta \ln L_i^{NBA} - \overline{v}_{m,i} \Delta \ln M_i , \end{aligned}$$

où $\Delta \ln X = \ln X_t - \ln X_{t-1}$ et $\overline{v}_{X,i}$ est la part moyenne du revenu de l'intrant X dans la valeur de la production brute sur deux périodes, et où la somme des parts de revenu de tous les intrants est égale à l'unité[8]. Ainsi,

$$v_{m,i,t} = \frac{p_{i,t}^{M} M_{i,t}}{p_{i,t}^{Y} Y_{i,t}} \; ; \; \overline{v}_{m,i,t} = \tfrac{1}{2}(v_{m,i,t-1} + v_{m,i,t}) \, ,$$

où les p représentent les prix correspondants.

Nous examinons aussi la croissance de la production par heure travaillée, c'est-à-dire la croissance de la productivité du travail. En réécrivant l'équation (2), l'indice translogarithmique de la croissance de la productivité du travail pour l'industrie *i* peut être exprimé ainsi :

$$\begin{aligned} (3) \qquad \Delta \ln y_i &= \Delta \ln A_i + \overline{v}_{IT,i} \Delta \ln k_i^{IT} + \overline{v}_{NIT,i} \Delta \ln k_i^{NIT} \\ &+ \overline{v}_{BA,i} \Delta \ln l_i^{BA} + \overline{v}_{NBA,i} \Delta \ln l_i^{NBA} + \overline{v}_{m,i} \Delta \ln m_i \, , \end{aligned}$$

où les variables en minuscules représentent la quantité correspondante par heure travaillée. En désignant le total des heures travaillées par H_i, nous obtenons :

$y_i = Y_i / H_i$, la productivité brute du travail;

$k_i^{IT} = K_i^{IT} / H_i$, l'intensité du capital de TI;

$k_i^{NIT} = K_i^{NIT} / H_i$, l'intensité du capital non lié aux TI;

$l_i^{BA} = L_i^{BA} / H_i$, l'amélioration de la qualité du travail attribuable à la main-d'œuvre ayant une formation universitaire;

$l_i^{NBA} = L_i^{NBA} / H_i$, l'amélioration de la qualité du travail attribuable à la main-d'œuvre sans formation universitaire;

$m_i = M_i / H_i$, l'intensité des intrants intermédiaires.

La croissance de la productivité du travail est égale à la variation de la productivité multifactorielle plus la somme pondérée de la variation de l'intensité des intrants. La variation de l'intensité de l'intrant capital est souvent appelée *intensification du capital*. Selon ce cadre conceptuel, la variation de la productivité multifactorielle est mesurée comme le résidu de la croissance de la productivité du travail après avoir retranché les contributions de l'intensification du capital, de l'amélioration de la qualité de lu travail et de l'augmentation de l'intensité des intrants intermédiaires[9]. Étant donné l'hypothèse de rendements d'échelle constants, la

productivité multifactorielle obtenue à l'aide de l'équation (2) et celle obtenue à l'aide de l'équation (3) seront identiques.

Chacun des intrants de l'équation (1) est un agrégat de nombreuses composantes. Les intrants intermédiaires sont l'énergie, les matières autres que l'énergie et les services achetés[10]. Le capital comprend les machines et le matériel, les structures, les terrains et les stocks. La main-d'œuvre est répartie selon le sexe, l'âge et le niveau de scolarité. Les intrants capital et travail sont agrégés au moyen d'une méthode axée sur la *qualité constante*. Les intrants capital sont des indices de quantité des stock de capital mesurés en utilisant les prix de location comme facteurs de pondération. L'écart entre les taux de croissance de l'intrant capital et du stock est le taux de croissance de la qualité du capital de l'industrie (ou variation de l'indice de composition). De même, les intrants travail sont des indices de la quantité de travail mesurée par le nombre d'heures travaillées en utilisant la rémunération de la main-d'œuvre comme facteur de pondération. L'écart entre les taux de croissance de l'intrant travail et des heures travaillées est le taux de croissance de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire et de la main-d'œuvre sans formation universitaire[11]. Le rajustement pour tenir compte de la qualité est conforme à la théorie de la production selon laquelle le produit marginal d'un intrant devrait généralement être égal à son prix. L'approche que nous avons adoptée ici, qui consiste à faire une distinction entre le capital de TI et le capital non lié aux TI, produira des changements plus lents dans les indices de la qualité du capital que les études précédentes fondées sur un seul indice de l'intrant capital. Un examen détaillé de la méthode employée pour mesurer les intrants capital et travail à qualité constante figure à l'appendice A.

Contributions des diverses industries à la croissance de la productivité agrégée

Pour donner une vue d'ensemble du secteur des entreprises, nous décrivons dans ce suit un cadre d'agrégation pour l'ensemble des industries[12]. L'existence d'une fonction de production agrégée nécessite la formulation d'hypothèses lourdes. Nous appliquons ici la stratégie de la frontière des possibilités de production de Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), qui permet de lever les hypothèses de fonctions de valeur ajoutée identiques au niveau de l'industrie.

La valeur ajoutée agrégée est définie comme étant un indice translogarithmique divisé par la valeur ajoutée au niveau de l'industrie[13] :

$$(4) \qquad \Delta \ln V = \sum_{i=1}^{34} \bar{w}_i \Delta \ln V_i ,$$

où $\bar{w}_i$ est la part moyenne, sur deux périodes, de la valeur ajoutée nominale de l'industrie dans la valeur ajoutée agrégée :

$$w_{it} = \frac{p_{it}^V V_{it}}{\sum_i p_{it}^V V_{it}} .$$

La valeur ajoutée de l'industrie *i* est définie comme étant un indice de la production brute moins les intrants intermédiaires :

$$(5) \qquad \Delta \ln V_i = \frac{1}{\bar{v}_{v,i}} \left[\Delta \ln Y_i - (1 - \bar{v}_{v,i}) \Delta \ln M_i \right],$$

où $\bar{v}_{v,i}$ est la part moyenne, sur deux périodes, de la valeur ajoutée de la production brute nominale de l'industrie *i*.

La fonction de production pour la valeur ajoutée agrégée est exprimée ainsi :

$$(6) \qquad V = A \cdot f(K^{IT}, K^{NIT}, L^{BA}, L^{NBA}),$$

où K^{IT} et K^{NIT} sont les intrants capital de TI et capital non lié aux TI agrégés, L^{BA} et L^{NBA} sont les intrants travail agrégés (main-d'œuvre ayant et n'ayant pas une formation universitaire), et A est la productivité multifactorielle agrégée.

Comme pour le cadre conceptuel des industries, dans l'hypothèse de rendements d'échelle constants et de marchés concurrentiels pour les produits et les intrants, l'indice translogarithmique de la croissance de la productivité multifactorielle est :

$$(7) \qquad \Delta \ln A = \Delta \ln V - \bar{v}_{IT} \Delta \ln K^{IT} - \bar{v}_{NIT} \Delta \ln K^{NIT} - \bar{v}_{BA} \Delta \ln L^{BA} - \bar{v}_{NBA} \Delta \ln L^{NBA} ,$$

où $\bar{v}_X$ i est la part moyenne, sur deux périodes, du revenu de l'intrant X dans la valeur ajoutée agrégée, et où la somme des parts de revenu de tous les intrants est égale à l'unité.

Chaque intrant agrégé est défini comme étant un indice translogarithmique divisé par les intrants de l'industrie. Ainsi, l'intrant capital de TI est :

$$(8) \qquad \Delta \ln K^{IT} = \sum_{i=1}^{34} \tilde{w}_{IT,i} \Delta \ln K_i^{IT} \, ,$$

où $\tilde{w}_{IT,i}$ est la part moyenne, sur deux périodes, du revenu du capital de TI de l'industrie dans le revenu du capital de TI agrégé [14].

Représentons les heures travaillées agrégées par $H_t = \sum_i H_{i,t}$. En réécrivant l'équation (7) en fonction des intensités par heure travaillée, nous obtenons l'indice translogarithmique de la croissance de la productivité du travail au niveau agrégé :

$$(9) \qquad \Delta \ln LVP = \Delta \ln A + \overline{v}_{IT} \Delta \ln k^{IT} + \overline{v}_{NIT} \Delta \ln k^{NIT} + \overline{v}_{BA} \Delta \ln l^{BA} + \overline{v}_{NBA} \Delta \ln l^{NBA} \, ,$$

où les variables en minuscules représentent les quantités correspondantes par heure travaillée.

- $LVP_t = V_t / H_t$ est la valeur ajoutée agrégée par heure travaillée;
- $k^{IT} = K^{IT}/H$ est l'intensité du capital de TI agrégée;
- $k^{NIT} = K^{NIT}/H$ est l'intensité du capital non lié aux TI agrégée;
- $l^{BA} = L^{BA}/H$ est l'amélioration de la qualité du travail attribuable à la main-d'œuvre ayant une formation universitaire;
- $l^{NBA} = L^{NBA}/H$ est l'amélioration de la qualité du travail attribuable à la main-d'œuvre sans formation universitaire.

En outre, nous définissons ainsi la valeur ajoutée par heure travaillée dans une industrie :

$$LVP_{it} = V_{it} / H_{it} \, .$$

Il faut faire une distinction entre cette valeur ajoutée et la production brute par heure définie dans l'équation (3).

Avec ces éléments, nous pouvons maintenant décrire la décomposition de la productivité agrégée selon la contribution des diverses industries. En soustrayant les

heures travaillées des deux côtés de l'équation (4), nous obtenons la relation entre la productivité agrégée du travail et la productivité de l'industrie :

$$\text{(10)} \qquad \Delta \ln LVP = \sum_{i=1}^{34} \tilde{w}_i \Delta \ln LVP_i + \left(\sum_{i=1}^{34} \tilde{w}_i \Delta \ln H_i - \Delta \ln H \right).$$

Le premier terme correspond à la contribution des diverses industries à la productivité agrégée du travail et le deuxième terme, à la redistribution des heures travaillées entre les industries.

Nous obtenons la relation entre la productivité multifactorielle agrégée et sectorielle en multipliant les deux côtés de l'équation de la productivité multifactorielle de l'industrie [équation (2)] par la part de la valeur ajoutée représentée par l'industrie, $\tilde{w}_i$, puis en divisant par la part de la valeur ajoutée dans la production de l'industrie, $v_{v,i}$, et en faisant la sommation sur l'ensemble des industries. Ensuite, en substituant les équations (4), (5) et (7) nous obtenons :

$$\begin{aligned}
\Delta \ln A = {} & \sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{v,i}} \Delta \ln A_i \\
& + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{v,i}} \overline{v}_{IT,i} \Delta \ln K_{IT,i} - \overline{v}_{IT} \Delta \ln K_{IT} \right) \\
\text{(11)} \qquad & + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{v,i}} \overline{v}_{NIT,i} \Delta \ln K_{NIT,i} - \overline{v}_{NIT} \Delta \ln K_{NIT} \right) \\
& + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{v,i}} \overline{v}_{BA,i} \Delta \ln L_{BA,i} - \overline{v}_{BA} \Delta \ln L_{BA} \right) \\
& + \left(\sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{v,i}} \overline{v}_{NBA,i} \Delta \ln L_{NBA,i} - \overline{v}_{NBA} \Delta \ln L_{NBA} \right).
\end{aligned}$$

Le premier terme de l'équation est la croissance de la productivité multifactorielle agrégée « pondérée à l'aide des coefficients de Domar » (Domar, 1961). Les quatre termes suivants correspondent aux effets de la redistribution des quatre facteurs primaires sur l'ensemble des industries.

Étant donné la façon dont nous avons défini les intrants agrégés dans l'équation (8), qui diffère du traitement de Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), les

effets de redistribution sont essentiellement nuls. Ainsi, l'équation (11) se résume essentiellement à :

$$(12) \qquad \Delta \ln A = \sum_{i=1}^{34} \frac{\tilde{w}_i}{\overline{v}_{P,t}} \Delta \ln A_i \ .$$

Les coefficients de pondération, $\tilde{w}_i / \overline{v}_{P,t}$, sont ceux de Domar et leur somme est supérieure à un (correspondant à peu près au ratio de la production brute totale à la valeur ajoutée totale). Comme on peut le voir au tableau 20, cette valeur est d'environ deux pour le Canada et les États-Unis. Elle reflète le fait qu'au niveau agrégé, la production est fondée sur la valeur ajoutée, tandis qu'au niveau de l'industrie, elle est fondée sur la production brute qui inclut les intrants intermédiaires. Comme le signalent Jorgenson et Stiroh (2000), la productivité multifactorielle agrégée pondérée augmente habituellement plus vite que la productivité multifactorielle au niveau de l'industrie car les gains d'efficience sont amplifiés au fur et à mesure qu'ils se propagent dans le processus de production.

Problèmes liés aux données et aux mesures

POUR METTRE EN ŒUVRE LE CADRE CONCEPTUEL PRÉCÉDENT, nous avons besoin de données comparables KLEMS (capital, travail, énergie, matériaux et services) sur le secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis pour la période 1981-2000. Ces données comprennent des indices de volume de la production brute, des services du capital, des services de la main-d'œuvre, des intrants intermédiaires, du nombre d'heures de travail et du coût en dollars de chacun de ces intrants. La source des données sur les États-Unis est Jorgenson, Ho et Stiroh (2002). Ces auteurs ont construit une base de données pour 44 industries. Dans la présente étude, ces 44 industries ont été regroupées dans les 34 industries habituelles (Tableau 1) à l'aide d'indices d'agrégation de Tornqvist. Les données sur le Canada sont tirées des Comptes de productivité du Canada, qui produisent et maintiennent un ensemble uniforme de données au niveau de l'industrie (122 industries) et de données agrégées sur les entrées et sorties (aux prix courants et selon les indices chaînés de Fisher) pour la mesure de la productivité et l'analyse connexe de la performance économique[15]. Les 122 industries sont agrégées en 34 industries de la même façon. Les données sur le Canada et les États-Unis employées dans l'étude sont fondées sur des concepts et méthodes conformes au manuel de la productivité de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), de sorte que les comparaisons entre les deux pays sont fiables.

Il convient toutefois de souligner que, comme dans le cas de nombreuses autres études, les estimations présentées dans cette étude peuvent comporter des erreurs de mesure de la production et des intrants, notamment dans le cas des industries de services. Il convient d'interpréter avec circonspection les estimations portant sur des industries qui affichent systématiquement une croissance de la productivité négative (les raisons éventuelles d'une croissance de la productivité systématiquement négative sont présentées dans Rao, Sharpe et Tang, 2003).

Aux fins de la présente étude, les valeurs de la production brute et des intrants intermédiaires sont tirées d'une série chronologique de tableaux d'entrées-sorties cohérents. Les indices de prix des sorties sont aussi ceux de Statistique Canada et ils ont servi à établir les prix des intrants intermédiaires. Les tableaux d'entrées-sorties sont généralement établis de façon très similaire au Canada et aux États-Unis. Par conséquent, les données sur la production et les intrants intermédiaires sont assez comparables. Toutefois, nous avons suivi une procédure plus complexe pour élaborer les intrants capital et travail, et il importe de fournir quelques précisions à cet égard.

Intrant capital

Nous calculons le stock de capital pour chaque catégorie d'actif à partir de données sur les investissements en dollars constants. Ainsi, le prix des investissements importe aux fins de la comparabilité de l'intrant capital au Canada et aux États-Unis, particulièrement dans le cas des biens de TI puisqu'il n'y a pas de méthodologie standard d'estimation des prix des investissements en TI.

Au Canada comme aux États-Unis, l'actif en TI est constitué du matériel informatique, du matériel de communication et des logiciels. Le volet TI a pris une importance croissante dans l'investissement total en machines et matériel[16]. Les indices de prix des investissements dans ces biens diffèrent considérablement d'un pays de l'OCDE à l'autre en raison des différentes méthodologies employées pour estimer les indices[17]. Par conséquent, il importe d'exposer ici la méthodologie employée au Canada et aux États-Unis. Heureusement, les méthodes employées au Canada et aux États-Unis pour l'élaboration des indices de prix des TI sont assez similaires. Les organismes de statistique au Canada et aux États-Unis ont travaillé en collaboration étroite et ont utilisé dans une large mesure la *méthode de régression hédonique* et la *méthode de concordance des modèles* pour estimer les prix des TI[18]. On trouvera à l'appendice B une comparaison des indices de prix des TI et un exposé détaillé des méthodes de construction de ces indices.

Il convient de souligner que les deux pays estiment le stock de capital au niveau de l'industrie de façon très différente. Aux États-Unis, on calcule les flux agrégés à partir des données sur les biens et services tirées de l'enquête *Tangible Wealth Survey*, réalisée par le Bureau of Economic Analysis (BEA) et les résultats obtenus sont ensuite répartis; cette méthode indirecte ne permet pas de saisir des variations annuelles très détaillées. Au Canada, les données sur le stock de capital sont construites à partir de séries de données sur les investissements par catégorie d'actif recueillies dans le cadre d'une enquête sur l'investissement des établissements au niveau de l'industrie. Pour ce projet, les données sont tirées des tableaux entrées-sorties et les taux de dépréciation sont fondés sur la courbe âge-prix établie à partir des données sur les prix des éléments d'actif usagés au moment de leur vente recueillies dans le cadre de la même enquête auprès des industries (Harchaoui et coll., 2002). Il y a 28 catégories d'éléments d'actif non résidentiels au Canada et 52 aux États-Unis. Les stocks de capital sont estimés pour toutes les catégories d'actif de chaque industrie par la méthode de l'inventaire permanent et de la dépréciation géométrique.

Les taux de dépréciation géométrique de 26 catégories d'éléments d'actif non résidentiels renouvelables au Canada figurent au tableau 2[19]. Sauf pour les logiciels, les taux de dépréciation des éléments d'actif non résidentiels ont été calculés au moyen d'une méthode fondée sur une courbe âge-prix établie à partir de 30 000 observations sur les prix des éléments d'actif usagés recueillies dans le cadre d'une enquête de Statistique Canada (Gellatly, Tanguay et Yan, 2003). Les taux de dépréciation de ces 26 catégories d'actif aux États-Unis, provenant de 52 catégories d'actif, figurent au tableau 1. Dans le cas des automobiles et des ordinateurs, les taux de dépréciation géométrique aux États-Unis sont fondés sur Jorgenson, Ho et Stiroh (1999). Pour les autres catégories d'actif, ce sont les taux du U.S. Bureau of Economic Analysis, tirés de différentes sources (Fraumeni, 1997).

Les taux de dépréciation sont sensiblement plus élevés au Canada qu'aux États-Unis pour les TI et les structures. Les expériences que nous avons menées à l'aide des données agrégées sur les investissements au Canada montrent que la croissance du stock de capital d'un élément d'actif au Canada peut être sous-estimée ou surestimée par rapport aux États-Unis, selon le taux de croissance de l'investissement dans cet élément d'actif, bien que cela ait un effet moindre sur la croissance des données sur les services du capital employées ici. Si l'investissement dans cet élément d'actif croît plus rapidement, alors un taux de dépréciation plus élevé se traduira par une plus forte croissance du stock de capital. C'est ce qui s'est produit dans le cas de l'investissement en TI, notamment dans la seconde moitié des années 1990. Par contre, si l'investissement dans un

Tableau 2

Taux de dépréciation des éléments d'actif non résidentiels renouvelables au Canada et aux États-Unis

	Éléments d'actif renouvelables	Canada	États-Unis
	Biens de haute technologie		
1	Ordinateurs et matériel de bureau	0,51	0,22
2	Matériel de communication	0,20	0,11
3	Logiciels de série	0,67	0,32
4	Logiciels personnalisés	0,40	0,32
5	Logiciels élaborés pour compte propre	0,40	0,32
	Éléments d'actif traditionnels		
6	Meubles et mobilier de bureau	0,33	0,11
7	Appareils et matériel de maison et de service	0,14	0,17
8	Appareils et matériel électriques industriels	0,19	0,07
9	Appareils et matériel non électriques industriels	0,22	0,12
10	Conteneurs industriels	0,05	0,11
11	Convoyeurs et camions industriels	0,18	0,19
12	Automobiles et autobus	0,20	0,23
13	Camions (sauf les camions industriels) et remorques	0,20	0,19
14	Locomotives, navires et bateaux (y compris les grosses pièces de rechange)	0,12	0,06
15	Aéronefs, moteurs d'aéronefs et autres grosses pièces de rechange	0,06	0,08
16	Autre matériel	0,20	0,15
	Structures		
17	Construction de bâtiments non résidentiels	0,07	0,03
18	Construction de routes, d'autoroutes et de pistes d'aéroport	0,10	0,03
19	Construction d'infrastructures gazières et pétrolières	0,08	0,05
20	Construction de centrales électriques, de barrages et de structures d'irrigation	0,06	0,02
21	Construction de chemins de fer et d'installations de télécommunications	0,10	0,02
22	Autres ouvrages techniques	0,08	0,04
	Logements occupés par des locataires		
23	Maisons unifamiliales	0,02	0,01
24	Édifices à logements multiples	0,02	0,01
25	Maisons mobiles	0,02	0,05
26	Chalets	0,02	0,02

Sources : Les données sur les logiciels et l'actif en logements occupés par des locataires pour le Canada sont tirées de conversations avec des représentants de la Division de l'investissement et du stock de capital, de Statistique Canada; les autres données sont tirées de Gellatly, Tanguay et Yan (2003). Les données sur les États-Unis sont tirées de Jorgenson, Ho et Stiroh (1999).

élément d'actif montre une croissance plus lente, alors un taux de dépréciation plus élevé se traduira par une croissance plus lente du stock de capital. C'est le cas des structures. Par conséquent, la différence entre les taux de dépréciation utilisés pour calculer les intrants de capital de TI et les autres intrants de capital se traduira généralement par une contribution plus élevée du capital de TI à la croissance économique et une contribution plus faible du capital non lié aux TI. De même, cela se traduira par une contribution plus forte de l'intensification du capital de TI ou une contribution plus faible de l'intensification du capital non lié aux TI à la croissance de la productivité du travail.

La différence entre les taux de dépréciation peut aussi aboutir à une estimation différente du taux de croissance de la productivité multifactorielle du fait que celle-ci est calculée comme le résidu de la production brute moins tous les intrants. Comme la valeur des structures est beaucoup plus élevée que celle des biens de TI, l'effet global peut être une estimation plus élevée du taux de croissance de la productivité multifactorielle. Toutefois, il faudra mener d'autres études pour en arriver à une conclusion ferme.

Intrant travail

Dans notre cadre conceptuel, l'intrant travail pour chaque industrie correspond aux heures travaillées agrégées pour les groupes démographiques en utilisant la rémunération du travail comme facteur de pondération. Les catégories de main-d'œuvre utilisées pour le Canada comprennent sept groupes d'âge, quatre groupes de niveau de scolarité, deux sexes et deux catégories d'emploi. Les détails de cette classification sont présentés au tableau 3 pour les deux pays. Les catégories de main-d'œuvre sont généralement similaires pour les deux pays, sauf pour le niveau de scolarité[20]. Dans les données sur le Canada, les titulaires d'un baccalauréat ou d'un diplôme supérieur font partie du même groupe, tandis que dans les données sur les États-Unis, ils sont répartis en deux groupes. Toutefois, selon les expériences que nous avons menées à l'aide des données américaines, cette distinction a un effet négligeable sur les estimations de l'intrant travail.

Pour le Canada, les données sur la main-d'œuvre sont tirées du Recensement de la population, auxquelles s'ajoutent celles de l'Enquête annuelle sur les finances des consommateurs et des enquêtes mensuelles sur la population active. Les estimations des heures travaillées et de la rémunération du travail ont été étalonnées à l'aide des mesures officielles des heures travaillées et de la rémunération de Statistique Canada. Une description détaillée de cette procédure est présentée dans Gu, Kaci, Maynard et Sillamaa (2003).

Tableau 3

Matrice de la population active au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

Caractéristiques	Nombre de catégories		Type
Canada			
Sexe	2		Femme, homme
Catégorie d'emploi	2		Employés rémunérés, travailleurs autonomes
Âge	7		15 à 17 ans, 18 à 24 ans, 25 à 34 ans, 35 à 44 ans, 45 à 54 ans, 55 à 64 ans, 65 ans et plus
Niveau de scolarité	4		De 0 à 8 ans d'études primaires, études secondaires partielles ou terminées, études postsecondaires partielles ou terminées, études universitaires ou postuniversitaires
États-Unis			
Sexe	2		Femme, homme
Catégorie d'emploi	2		Employés rémunérés, travailleurs autonomes
Âge	7		16 à 17 ans, 18 à 24 ans, 25 à 34 ans, 35 à 44 ans, 45 à 54 ans, 55 à 64 ans, 65 ans et plus
Niveau de scolarité	6	1981-1992	De 0 à 8 ans d'études primaires, de 1 à 3 ans d'études secondaires, 4 ans d'études secondaires, de 1 à 3 ans d'études universitaires, 4 ans d'études universitaires, 5 ans d'études universitaires ou plus
		1992-2000	De 0 à 8 ans d'études primaires; 9e à 12e années, pas de diplôme; diplôme d'études secondaires, certaines études universitaires, pas de diplôme; baccalauréat; diplôme supérieur au baccalauréat

Pour les États-Unis, les données sur la main-d'œuvre sont tirées du recensement de la population et de l'enquête annuelle *Current Population Survey*, auxquelles viennent s'ajouter les données des comptes nationaux des revenus et de la production (*National Income and Product Accounts* ou NIPA) produites par le U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). Les estimations finales des heures travaillées pour chaque industrie, tirées des données sur les heures rémunérées recueillies par le BEA, sont mises à l'échelle des heures travaillées selon le *Survey of Hours at Work*, du U.S. Bureau of Labor Statistics. De même, les données sur la rémunération du travail individuel, tirées des enquêtes sur la population, sont mises à l'échelle de manière à ce que la rémunération totale du travail dans chaque industrie corresponde aux totaux des NIPA. Pour une analyse détaillée de cet aspect, voir Jorgenson, Ho et Stiroh (2002).

Résultats de la comptabilité de la croissance

NOUS PRÉSENTONS MAINTENANT LES RÉSULTATS de l'application du cadre conceptuel élaboré ci-dessus, en commençant par les comptes de chacune des 34 industries. Nous examinons d'abord les sources de la croissance de la production, puis les sources de la croissance de la productivité du travail dans diverses industries au Canada et aux États-Unis. Enfin, à la section intitulée *Croissance agrégée et contributions sectorielles*, nous présentons les résultats de la décomposition de la croissance en production agrégée et productivité agrégée du travail dans l'un et l'autre pays.

Sources de la croissance économique au niveau des industries

À l'aide de l'équation (2), nous décomposons la croissance de la production brute de chaque industrie en productivité multifactorielle et en contributions des cinq intrants que sont le capital de TI, le capital non lié aux TI, la main-d'œuvre ayant une formation universitaire, la main-d'œuvre sans formation universitaire et les intrants intermédiaires. Les résultats de la décomposition pour le Canada sont présentés aux tableaux 4 à 6 pour trois sous-périodes, soit 1981-1988, 1988-1995 et 1995-2000[21]. Les résultats pour les États-Unis sont présentés aux tableaux 7 à 9. Aux fins de l'analyse, nous présentons aussi les moyennes pour les industries productrices de TI, les industries utilisatrices de TI et les industries non utilisatrices de TI[22].

Industries productrices de TI

Selon tous les critères, la croissance de la production dans les trois industries productrices de TI a été spectaculaire. Au Canada, la production brute de l'industrie de la fabrication de matériel informatique a augmenté de 16,5 p. 100 par an vers la fin des années 1990 après avoir enregistré une croissance de 23,5 p. 100 durant les années 80. Dans la seconde moitié des années 1990, la production brute de l'industrie de la fabrication de matériel électronique et de communication a enregistré un taux de croissance de 14,5 p. 100, comparativement à 5,7 p. 100 pour l'industrie des communications. Les taux de croissance aux États-Unis durant la période d'expansion de 1995 à 2000 ont été encore plus remarquables, l'industrie de la fabrication de matériel informatique affichant un taux annuel de 31,5 p. 100, celle du matériel électronique et de communication, un taux de 23,5 p. 100 et celle des communications, un taux de 6,4 p. 100. En moyenne, la production brute des industries productrices de TI a augmenté à un taux annuel de 8,5 p. 100 au Canada et de 10,5 p. 100 aux États-Unis au cours des 20 dernières années.

Ces taux sans précédent de croissance de la production sont principalement attribuables à la forte croissance de la productivité multifactorielle et des intrants intermédiaires. Au cours des 20 dernières années, la croissance moyenne de la productivité multifactorielle dans les trois industries productrices de TI a été de 2,3 p. 100 au Canada et de 4,2 p. 100 aux États-Unis. La contribution des intrants intermédiaires a aussi été assez importante, soit de 4,1 points de pourcentage au Canada et de 4,5 points de pourcentage aux États-Unis. La contribution des autres facteurs, comme le capital de TI et la main-d'œuvre ayant une formation universitaire, a été relativement faible. Toutefois, la contribution absolue de l'investissement en TI à la croissance de la production dans ces industries a été beaucoup plus importante que celle des industries utilisatrices de TI ou des industries non utilisatrices de TI.

La croissance de la production brute des industries productrices de TI aux États-Unis s'est accélérée durant la seconde moitié des années 1990 par rapport à la première moitié, principalement à cause de l'accélération de la croissance de la productivité multifactorielle et de la contribution accrue des intrants intermédiaires. En revanche, l'accélération de la croissance de la production au Canada a été relativement faible.

Industries utilisatrices de TI

En moyenne, les industries utilisatrices de TI ont crû plus rapidement que les industries non utilisatrices de TI durant la seconde moitié des années 1990, au Canada comme aux États-Unis. Au Canada, la croissance de la production brute de ces industries est attribuable à une plus forte croissance des intrants intermédiaires et de la main-d'œuvre sans formation universitaire, suivis du capital non lié aux TI et du capital de TI. Aux États-Unis, les investissements en TI ont de nouveau joué un rôle plus important. Les intrants intermédiaires ont fourni un apport de 2,3 p. 100 et le capital de TI, un apport de 1,0 p. 100, au taux annuel de croissance de la production de 5,0 p. 100. Dans les deux pays, la croissance de la productivité multifactorielle n'a pas joué un rôle important dans ces industries.

L'accélération de la croissance de la production durant la seconde moitié des années 1990 a été beaucoup plus forte au Canada qu'aux États-Unis. Toutefois, les sources de l'accélération de la croissance de la production étaient différentes dans les deux pays. Au Canada, la source la plus importante a été la main-d'œuvre sans formation universitaire, dont le taux de croissance est passé de 0,1 p. 100 à 1,0 p. 100 par an, tandis qu'aux États-Unis, le taux de croissance du capital est passé de 0,4 p. 100 à 1,0 p. 100.

Tableau 4

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1981-1988

Industrie	Production brute	PMF	Contributions: Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	0,87	1,35	0,00	-0,53	0,03	0,06	-0,04
2 Expl. minière non énergétique	1,31	1,60	0,01	0,21	0,05	-0,49	-0,08
3 Extraction du charbon	8,96	7,25	0,00	0,72	-0,03	-0,10	1,12
4 Pétrole brut	4,00	0,94	0,01	2,87	0,14	0,24	-0,20
5 Construction	1,57	-0,01	0,03	0,08	0,05	0,55	0,87
6 Bois et meubles	4,91	1,41	0,02	0,03	0,08	0,48	2,89
7 Produits non métalliques	2,26	1,11	0,03	-0,36	0,07	0,10	1,31
8 Première transfor. des métaux	2,16	1,04	0,07	-0,04	0,00	-0,32	1,41
9 Fab. de produits métalliques	1,46	0,56	0,06	-0,02	0,03	0,04	0,78
10 Machines	0,72	-0,07	0,06	-0,25	0,12	0,45	0,41
11 Ordinateurs	23,49	9,84	0,32	1,21	0,37	0,23	11,52
12 Matériel électrique	1,08	0,44	0,14	0,06	0,12	-0,55	0,87
13 Matériel électronique	8,54	0,85	0,37	0,85	0,60	0,99	4,88
14 Véhicules automobiles	9,79	0,91	0,06	0,63	0,06	0,63	7,50
15 Autre matériel de transport	0,20	-0,81	0,06	0,00	0,31	-0,24	0,87
16 Fabrication diverse	1,72	0,03	0,12	0,22	0,10	0,38	0,86
17 Aliments et tabac	1,04	-0,21	0,03	0,01	0,04	-0,01	1,18
18 Textiles	1,29	0,09	0,03	0,08	0,10	-0,02	1,01
19 Papier et produits connexes	2,58	-0,13	0,04	0,55	0,03	-0,01	2,12
20 Imprimerie	3,26	-0,48	0,08	0,33	0,11	1,17	2,04

Tableau 4 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1981-1988

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	2,90	1,02	0,06	-0,23	0,07	0,09	1,89
22 Raffinage du pétrole	-2,03	-1,44	0,02	-0,01	-0,04	-0,14	-0,41
23 Caoutchouc et plastiques	5,17	0,69	0,10	0,52	0,05	0,85	2,95
24 Transport	3,63	1,61	0,09	0,15	0,09	0,33	1,36
25 Communications	5,39	2,42	0,84	0,45	0,26	0,20	1,23
26 Services d'électricité	3,57	1,14	0,61	0,52	0,11	0,09	1,10
27 Services de gaz	1,49	-1,72	0,32	1,95	0,23	0,48	0,24
28 Commerce de gros	6,00	2,80	0,13	0,43	0,35	0,78	1,52
29 Commerce de détail	3,33	0,42	0,12	0,33	0,26	1,27	0,93
30 Finances, assurances et immobilier	3,38	-1,13	0,41	1,52	0,29	0,41	1,88
31 Services aux entreprises	6,39	-0,91	0,65	0,79	1,90	1,83	2,14
32 Services de santé	4,73	-1,34	0,15	0,29	1,77	2,12	1,74
33 Services d'enseignement privés	1,84	-2,99	0,49	0,15	1,51	1,70	0,97
34 Autres services	3,01	-1,18	0,56	0,60	0,29	1,07	1,66
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	8,05	2,83	0,67	0,62	0,35	0,39	3,19
Industries utilisatrices de TI	3,69	0,01	0,27	0,74	0,44	0,77	1,46
Industries non utilisatrices de TI	2,73	0,34	0,11	0,33	0,12	0,34	1,49

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Tableau 5

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1988-1995

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	3,15	1,99	0,03	-0,40	0,11	-0,16	1,58
2 Expl. minière non énergétique	0,03	0,24	0,02	-0,40	0,14	0,00	0,03
3 Extraction du charbon	-0,31	1,26	0,02	-1,42	0,00	0,18	-0,35
4 Pétrole brut	3,53	1,55	0,01	0,95	0,02	-0,08	1,08
5 Construction	-1,82	-0,66	0,02	0,08	0,06	-0,29	-1,02
6 Bois et meubles	0,76	-0,40	0,02	0,16	0,08	-0,20	1,10
7 Produits non métalliques	-3,01	-0,46	0,05	-0,25	0,07	-1,01	-1,41
8 Première transfor. des métaux	1,45	1,45	0,03	-0,27	0,00	-0,56	0,80
9 Fab. de produits métalliques	-1,13	0,14	0,01	-0,17	0,05	-0,37	-0,78
10 Machines	3,27	1,17	0,08	0,36	0,12	-0,35	1,87
11 Ordinateurs	19,81	3,43	0,11	0,12	0,04	-0,19	16,31
12 Matériel électrique	-3,40	0,22	0,11	-0,31	-0,01	-1,34	-2,07
13 Matériel électronique	9,30	2,46	0,13	0,19	0,50	-0,58	6,60
14 Véhicules automobiles	4,84	0,65	0,01	0,19	0,08	0,03	3,88
15 Autre matériel de transport	2,89	0,96	0,02	0,19	0,13	-0,65	2,24
16 Fabrication diverse	0,25	0,18	0,12	0,12	0,21	-0,49	0,10
17 Aliments et tabac	0,60	0,28	0,08	-0,14	0,10	-0,18	0,46
18 Textiles	-1,93	0,86	0,03	-0,21	0,07	-1,33	-1,36
19 Papier et produits connexes	1,29	1,55	0,02	-0,56	0,05	-0,38	0,60
20 Imprimerie	-2,29	-1,92	0,21	0,18	0,19	-0,47	-0,48

Tableau 5 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1988-1995

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	1,44	0,77	0,11	0,18	0,16	-0,22	0,44
22 Raffinage du pétrole	1,07	0,52	0,04	-0,09	0,06	-0,13	0,66
23 Caoutchouc et plastiques	3,20	0,92	0,08	0,09	0,15	0,00	1,96
24 Transport	2,18	0,14	0,10	0,33	0,21	0,44	0,97
25 Communications	4,70	0,60	1,63	0,95	0,40	-0,09	1,21
26 Services d'électricité	1,81	-0,92	0,21	0,96	0,22	0,23	1,11
27 Services de gaz	3,11	-0,84	0,27	1,96	0,39	0,62	0,70
28 Commerce de gros	3,20	0,33	0,21	0,33	0,54	0,49	1,10
29 Commerce de détail	1,76	-0,06	0,17	0,32	0,33	0,22	0,79
30 Finances, assurances et immobilier	3,37	0,72	0,34	0,61	0,49	0,05	1,15
31 Services aux entreprises	4,15	-1,37	0,53	0,92	1,69	0,50	1,87
32 Services de santé	1,96	-0,21	0,10	0,19	0,43	0,93	0,52
33 Services d'enseignement privés	1,68	-2,50	0,21	0,08	1,93	0,46	1,50
34 Autres services	1,63	-0,58	0,21	0,23	0,31	0,40	1,06
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	7,86	1,39	1,02	0,65	0,39	-0,24	4,65
Industries utilisatrices de TI	2,63	0,15	0,27	0,47	0,57	0,10	1,07
Industries non utilisatrices de TI	1,22	0,20	0,07	0,11	0,14	-0,05	0,76

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Tableau 6

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1995-2000

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	3,53	2,12	0,07	0,38	0,04	-0,55	1,48
2 Expl. minière non énergétique	0,76	-0,86	0,05	0,82	0,17	0,84	-0,26
3 Extraction du charbon	-1,65	2,55	0,06	-1,22	-0,08	-1,16	-1,81
4 Pétrole brut	4,39	-2,57	0,04	3,79	0,07	0,09	2,97
5 Construction	3,62	0,19	0,04	0,16	0,14	1,11	1,97
6 Bois et meubles	5,35	0,83	0,03	0,40	0,09	0,69	3,30
7 Produits non métalliques	5,11	1,85	0,07	0,05	0,15	0,63	2,36
8 Première transfor. des métaux	4,74	0,96	0,04	0,29	0,05	0,22	3,19
9 Fab. de produits métalliques	6,12	0,49	0,07	0,49	0,18	1,31	3,57
10 Machines	1,73	-1,20	0,15	0,56	0,19	1,17	0,84
11 Ordinateurs	16,52	5,91	0,12	0,12	0,14	0,20	10,04
12 Matériel électrique	4,38	0,01	0,30	0,91	0,24	0,68	2,25
13 Matériel électronique	14,49	3,27	0,25	1,46	0,35	0,45	8,71
14 Véhicules automobiles	7,96	1,23	0,04	0,29	0,07	0,44	5,90
15 Autre matériel de transport	7,13	-1,09	0,06	2,03	0,20	0,64	5,30
16 Fabrication diverse	3,55	0,48	0,25	0,51	0,22	0,61	3,49
17 Aliments et tabac	2,87	-0,50	0,14	0,33	0,09	0,32	2,48
18 Textiles	1,30	-0,72	0,09	0,12	0,16	0,50	1,16
19 Papier et produits connexes	1,83	0,28	0,07	0,57	0,04	0,19	0,68
20 Imprimerie	3,89	-1,66	0,42	0,34	0,34	0,94	3,52

Tableau 6 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries au Canada, 1995-2000

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	2,24	0,18	0,13	0,45	0,23	0,25	0,99
22 Raffinage du pétrole	2,75	-0,05	0,01	-0,03	0,12	0,23	2,47
23 Caoutchouc et plastiques	6,22	0,29	0,10	0,58	0,22	1,03	4,00
24 Transport	3,78	0,39	0,24	0,65	0,13	0,81	1,55
25 Communications	5,69	1,71	2,04	0,97	0,01	-0,05	1,01
26 Services d'électricité	0,67	0,80	0,45	-1,31	0,03	0,06	0,64
27 Services de gaz	0,99	-0,95	0,69	1,61	-0,10	-0,34	0,07
28 Commerce de gros	6,71	0,85	0,38	0,57	0,56	1,88	2,46
29 Commerce de détail	5,50	1,86	0,39	0,39	0,20	0,46	2,20
30 Finances, assurances et immobilier	4,99	0,96	0,59	0,46	0,25	0,32	2,41
31 Services aux entreprises	11,37	0,15	0,65	1,05	2,68	2,20	4,64
32 Services de santé	4,55	-3,78	0,09	0,15	5,00	1,23	1,85
33 Services d'enseignement privés	22,35	4,33	0,12	0,03	8,84	4,07	4,96
34 Autres services	5,38	0,97	0,32	0,19	0,25	0,77	2,88
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	10,04	2,91	1,19	1,04	0,14	0,14	4,61
Industries utilisatrices de TI	6,28	0,67	0,47	0,63	0,68	0,99	2,84
Industries non utilisatrices de TI	4,31	0,30	0,12	0,42	0,31	0,57	2,59

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport, fabrication diverse; commerce de gros, commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Tableau 7

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1981-1988

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	0,77	1,63	0,01	-0,26	0,14	-0,17	-0,58
2 Expl. minière non énergétique	1,56	1,31	0,03	-0,56	-0,14	-1,06	1,97
3 Extraction du charbon	2,09	3,29	0,01	-0,36	-0,06	-1,85	1,07
4 Pétrole brut	-2,45	0,28	0,07	1,25	-0,24	-0,57	-3,25
5 Construction	3,31	-0,14	0,00	-0,11	0,29	1,24	2,04
6 Bois et meubles	4,15	1,35	0,03	0,06	0,18	0,68	1,85
7 Produits non métalliques	2,11	1,24	0,01	-0,12	0,15	0,00	0,83
8 Première transfor. des métaux	-1,89	0,83	0,04	-0,32	-0,02	-0,62	-1,80
9 Fab. de produits métalliques	1,37	0,66	0,08	0,06	0,02	-0,25	0,80
10 Machines	-1,75	-0,77	0,21	0,14	0,12	-1,05	-0,40
11 Ordinateurs	22,44	11,53	0,11	0,01	0,82	-0,18	10,14
12 Matériel électrique	2,44	1,21	0,17	-0,06	0,39	-0,71	1,44
13 Matériel électronique	10,50	4,72	0,55	1,12	0,57	-0,04	3,58
14 Véhicules automobiles	6,59	0,79	0,03	0,02	0,05	0,13	5,56
15 Autre matériel de transport	3,29	0,05	0,31	0,22	0,64	0,06	2,01
16 Fabrication diverse	3,66	1,03	0,26	0,31	0,57	-0,10	1,60
17 Aliments et tabac	1,82	1,04	0,07	0,14	0,05	-0,16	0,67
18 Textiles	1,38	0,71	0,04	0,04	0,13	-0,57	1,03
19 Papier et produits connexes	2,73	0,20	0,06	0,30	0,17	0,13	1,86
20 Imprimerie	4,16	-0,43	0,36	0,46	0,71	0,53	2,52

Tableau 7 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1981-1988

		Contributions					
Industrie	Production brute	PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	1,18	0,78	0,13	0,11	0,28	-0,25	0,13
22 Raffinage du pétrole	2,09	3,76	0,01	0,03	0,02	-0,10	-0,63
23 Caoutchouc et plastiques	5,79	1,69	0,06	0,17	0,30	0,62	2,96
24 Transport	3,39	0,82	0,07	-0,10	0,62	0,30	1,69
25 Communications	1,50	-0,35	0,74	0,75	0,23	-0,48	0,61
26 Services d'électricité	2,24	-0,60	0,43	1,17	0,18	0,00	1,05
27 Services de gaz	-4,74	-3,76	0,13	0,10	0,00	-0,11	-1,10
28 Commerce de gros	4,94	1,89	0,75	0,79	0,36	0,42	0,73
29 Commerce de détail	3,23	-0,14	0,23	0,36	0,44	0,84	1,50
30 Finances, assurances et immobilier	4,45	-0,75	0,57	1,72	0,62	0,24	2,05
31 Services aux entreprises	6,17	-1,43	2,05	0,26	2,18	1,79	1,31
32 Services de santé	4,07	-0,48	0,43	0,69	1,39	0,87	1,17
33 Services d'enseignement privés	3,34	-1,03	0,04	0,10	2,07	0,06	2,11
34 Autres services	3,81	0,19	0,06	0,39	0,34	1,04	1,78
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	7,83	3,26	0,57	0,68	0,43	-0,32	3,20
Industries utilisatrices de TI	3,78	-0,08	0,59	0,79	0,64	0,39	1,45
Industries non utilisatrices de TI	2,26	0,31	0,12	0,25	0,37	0,28	0,93

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance; les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Tableau 8

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1988-1995

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	2,73	1,67	0,03	0,10	0,36	-0,08	0,66
2 Expl. minière non énergétique	2,33	1,09	0,18	0,18	0,28	0,01	0,60
3 Extraction du charbon	1,14	3,40	0,15	-0,20	0,07	-1,13	-1,15
4 Pétrole brut	-1,27	0,20	0,06	-0,75	0,14	-0,28	-0,66
5 Construction	-0,65	-1,33	0,06	0,05	0,12	0,38	0,07
6 Bois et meubles	0,62	-1,11	0,06	0,01	0,00	0,18	1,49
7 Produits non métalliques	0,46	0,38	0,04	-0,10	-0,02	0,02	0,14
8 Première transfor. des métaux	1,00	0,64	0,04	-0,04	-0,04	-0,11	0,52
9 Fab. de produits métalliques	1,60	0,46	0,11	0,03	-0,04	0,24	0,81
10 Machines	2,97	-0,02	0,30	0,29	0,12	0,35	1,94
11 Ordinateurs	16,26	10,22	0,04	-0,24	-0,52	-0,43	7,18
12 Matériel électrique	2,23	1,03	0,03	-0,47	0,07	-0,25	1,82
13 Matériel électronique	14,34	6,82	0,51	1,32	0,00	-0,25	6,14
14 Véhicules automobiles	3,27	-0,18	0,04	0,11	0,08	0,31	2,92
15 Autre matériel de transport	-3,08	0,70	0,02	-0,05	-0,48	-1,69	-1,57
16 Fabrication diverse	1,24	-0,48	0,34	0,14	0,27	-0,55	1,52
17 Aliments et tabac	1,57	0,10	0,07	0,18	0,06	0,08	1,08
18 Textiles	1,13	0,57	0,08	0,04	0,07	-0,33	0,69
19 Papier et produits connexes	1,23	-0,65	0,08	0,32	0,14	0,08	1,26
20 Imprimerie	-0,16	-1,21	0,40	0,09	0,43	-0,01	0,14

Tableau 8 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1988-1995

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	1,47	-0,14	0,18	0,45	0,22	-0,08	0,83
22 Raffinage du pétrole	0,28	-0,43	0,02	0,14	0,02	-0,05	0,58
23 Caoutchouc et plastiques	4,13	0,88	0,10	0,35	0,24	0,62	1,94
24 Transport	3,40	0,36	0,16	-0,01	0,28	1,10	1,51
25 Communications	3,76	0,13	0,99	0,70	0,35	-0,01	1,60
26 Services d'électricité	1,31	0,85	0,15	0,18	0,13	-0,23	0,22
27 Services de gaz	-2,59	-0,90	0,33	0,08	0,07	-0,06	-2,11
28 Commerce de gros	3,72	0,91	0,76	0,27	0,36	0,25	1,17
29 Commerce de détail	1,86	-0,18	0,13	0,40	0,11	0,57	0,83
30 Finances, assurances et immobilier	2,92	0,37	0,59	0,72	0,36	-0,06	0,94
31 Services aux entreprises	5,39	0,54	0,57	0,46	0,54	1,34	1,94
32 Services de santé	2,92	-1,49	0,26	0,39	1,19	1,04	1,53
33 Services d'enseignement privés	1,85	-1,09	0,04	0,02	1,41	0,43	1,04
34 Autres services	3,04	-0,53	0,15	0,64	0,34	0,62	1,82
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	9,04	3,84	0,69	0,70	0,09	-0,14	3,86
Industries utilisatrices de TI	2,63	0,25	0,44	0,42	0,27	0,21	1,04
Industries non utilisatrices de TI	1,72	-0,35	0,13	0,19	0,37	0,38	1,01

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Tableau 9

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1995-2000

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
1 Agriculture	3,33	1,94	0,05	0,37	-0,34	0,25	1,07
2 Expl. minière non énergétique	1,80	0,46	0,18	0,55	-0,30	-0,13	1,04
3 Extraction du charbon	0,80	3,57	0,18	0,08	-0,46	-1,47	-1,10
4 Pétrole brut	1,10	0,98	0,18	0,39	-0,34	-0,04	-0,06
5 Construction	4,48	-0,95	0,12	0,41	0,18	1,49	3,23
6 Bois et meubles	3,25	0,86	0,10	0,20	0,19	0,41	1,49
7 Produits non métalliques	5,60	0,87	0,24	0,64	0,25	0,43	3,17
8 Première transfor. des métaux	3,04	2,50	0,08	0,13	0,07	0,00	0,27
9 Fab. de produits métalliques	5,58	1,63	0,20	0,29	0,19	0,34	2,94
10 Machines	3,88	0,24	0,57	0,28	0,03	0,18	2,58
11 Ordinateurs	31,50	16,76	0,29	0,37	-0,09	0,07	14,10
12 Matériel électrique	3,56	0,94	0,09	-0,35	0,03	-0,12	2,98
13 Matériel électronique	23,47	11,31	0,87	1,81	0,14	0,38	8,96
14 Véhicules automobiles	6,07	0,65	0,06	0,22	0,10	0,08	4,97
15 Autre matériel de transport	5,90	0,94	0,31	0,10	0,73	-0,20	4,10
16 Fabrication diverse	4,18	-0,24	0,53	0,21	0,74	-0,27	3,22
17 Aliments et tabac	1,52	0,01	0,12	0,33	0,03	0,03	1,00
18 Textiles	-1,07	2,13	0,11	-0,03	-0,25	-1,23	-1,80
19 Papier et produits connexes	0,79	1,83	0,11	0,19	-0,04	-0,15	-1,14
20 Imprimerie	1,97	0,56	0,80	0,13	0,09	-0,07	0,46

Tableau 9 (suite)

Sources de la croissance de la production brute dans les industries aux États-Unis, 1995-2000

Industrie	Production brute	Contributions					
		PMF	Capital de TI	Capital non lié aux TI	Main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Main-d'œuvre sans formation universitaire	Intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	2,20	0,50	0,26	0,51	0,07	0,04	0,82
22 Raffinage du pétrole	1,50	-3,71	0,01	-0,10	-0,07	-0,08	5,46
23 Caoutchouc et plastiques	3,45	1,51	0,20	0,53	0,11	0,18	0,93
24 Transport	2,81	-0,22	0,40	0,45	0,18	0,67	1,33
25 Communications	6,41	-1,20	1,84	0,90	0,52	0,59	3,76
26 Services d'électricité	2,87	2,33	0,22	0,21	0,00	-0,40	0,50
27 Services de gaz	-0,65	0,33	0,34	0,34	-0,04	-0,26	-1,36
28 Commerce de gros	4,16	0,08	1,41	0,55	0,24	0,43	1,45
29 Commerce de détail	4,17	1,31	0,30	0,44	0,33	0,31	1,47
30 Finances, assurances et immobilier	5,26	0,01	1,18	1,00	0,44	0,17	2,45
31 Services aux entreprises	8,15	-1,38	1,76	0,83	1,50	1,87	3,59
32 Services de santé	3,67	-1,07	0,57	0,53	1,37	0,57	1,71
33 Services d'enseignement privés	2,87	-1,55	0,09	0,07	2,24	0,41	1,62
34 Autres services	4,42	0,51	0,23	0,48	0,31	0,49	2,40
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	16,22	5,88	1,27	1,09	0,29	0,44	7,25
Industries utilisatrices de TI	5,02	0,12	1,00	0,64	0,52	0,43	2,31
Industries non utilisatrices de TI	3,32	0,11	0,25	0,38	0,38	0,39	1,79

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. La colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de la contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle (PMF) indique les taux de croissance.

Sources de la croissance de la productivité du travail au niveau des industries

L'équation (3) montre la relation entre la croissance de la productivité du travail et la croissance de la productivité multifactorielle, l'intensification du capital, la variation de la qualité du travail et l'intensification des intrants intermédiaires. Les résultats concernant les sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada sont présentés aux tableaux 10 à 12 pour les trois périodes suivantes : 1981-1988, 1988-1995 et 1995-2000. Les résultats pour les États-Unis sont présentés aux tableaux 13 à 15.

Industries productrices de TI

Le taux de croissance exceptionnel de la productivité du travail dans les industries fabriquant du matériel informatique et du matériel électronique et de communication dans tous les pays de l'OCDE est un phénomène bien connu. Ce qui l'est peut-être moins, c'est que la croissance de la productivité du travail dans l'industrie productrice de TI arrivant au troisième rang, celle des communications, a été à la traîne aux États-Unis mais s'est accélérée rapidement au Canada. Au cours des 20 dernières années, la croissance moyenne de la productivité du travail dans ces industries a été de 7,8 p. 100 au Canada et de 9,8 p. 100 aux États-Unis. Dans la seconde moitié des années 1990, la productivité du travail dans les industries productrices de TI au Canada a augmenté à un taux annuel de 9,0 p. 100, comparativement à 12,8 p. 100 aux États-Unis.

Ces taux de croissance sans précédent sont principalement attribuables aux gains de productivité multifactorielle et à l'intensification des intrants intermédiaires. Durant la période 1981-2000, la croissance moyenne de la productivité multifactorielle dans les trois industries productrices de TI a atteint 2,3 p. 100 au Canada et 4,2 p. 100 aux États-Unis. La contribution de l'intensification des intrants intermédiaires a aussi été considérable, soit de 3,8 points de pourcentage au Canada et de 4,1 points de pourcentage aux États-Unis. La contribution des autres facteurs, comme le capital de TI et la main-d'œuvre ayant une formation universitaire, a été limitée. Toutefois, lorsque nous examinons les trois grands groupes, nous constatons que ce sont les industries productrices de TI des deux pays qui ont profité le plus de l'intensification du capital, notamment de l'intensification du capital de TI.

Tableau 10

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1981-1988

Industrie	PT	Contributions					
		PMF	Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	1,01	1,35	0,00	-0,51	0,03	0,09	0,03
2 Expl. minière non énergétique	3,52	1,60	0,02	0,80	0,09	0,11	0,90
3 Extraction du charbon	9,46	7,25	0,00	0,81	-0,02	0,06	1,36
4 Pétrole brut	-1,26	0,94	0,00	-1,30	0,05	0,03	-0,98
5 Construction	-0,25	-0,01	0,03	-0,04	0,02	0,02	-0,26
6 Bois et meubles	3,08	1,11	0,02	-0,19	0,05	0,03	1,76
7 Produits non métalliques	1,96	1,11	0,03	-0,56	0,06	0,09	1,23
8 Première transfor. des métaux	4,00	1,04	0,07	0,05	0,02	0,10	2,72
9 Fab. de produits métalliques	1,22	0,56	0,06	-0,14	0,02	0,06	0,65
10 Machines	-0,92	-0,07	0,06	-0,57	0,07	0,09	-0,49
11 Ordinateurs	22,02	9,84	0,30	1,02	0,27	-0,02	10,59
12 Matériel électrique	3,28	0,44	0,15	0,30	0,16	0,05	2,18
13 Matériel électronique	4,06	0,85	0,31	0,20	0,26	-0,18	2,62
14 Véhicules automobiles	4,91	0,91	0,05	0,21	0,02	-0,04	3,76
15 Autre matériel de transport	0,33	-0,81	0,06	0,08	0,27	-0,04	0,77
16 Fabrication diverse	0,19	0,03	0,11	0,06	0,06	0,03	-0,10
17 Aliments et tabac	1,05	-0,21	0,03	-0,02	0,04	-0,01	1,22
18 Textiles	1,58	0,09	0,03	0,09	0,10	0,08	1,19
19 Papier et produits connexes	3,04	-0,13	0,04	0,58	0,03	0,10	2,42
20 Imprimerie	-0,02	-0,48	0,06	-0,22	-0,01	0,15	0,47

Tableau 10 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1981-1988

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	1,99	1,02	0,05	-0,45	0,03	-0,02	1,35
22 Raffinage du pétrole	4,05	-1,44	0,03	0,09	0,00	0,03	5,33
23 Caoutchouc et plastiques	1,71	0,69	0,09	0,11	-0,01	0,03	0,81
24 Transport	2,55	1,61	0,08	-0,06	0,07	-0,04	0,88
25 Communications	4,86	2,42	0,72	0,33	0,23	0,08	1,08
26 Services d'électricité	3,02	1,14	0,61	0,10	0,10	0,03	1,04
27 Services de gaz	-1,07	-1,72	0,29	0,41	0,16	-0,04	-0,17
28 Commerce de gros	4,27	2,80	0,12	0,06	0,27	0,02	0,98
29 Commerce de détail	0,94	0,42	0,11	-0,01	0,18	0,05	0,19
30 Finances, assurances et immobilier	1,12	-1,13	0,37	0,80	0,18	-0,09	1,00
31 Services aux entreprises	1,16	0,91	0,54	0,20	0,60	0,10	0,64
32 Services de santé	-2,28	-1,54	0,10	-0,90	-0,87	0,53	0,20
33 Services d'enseignement privés	-0,47	-2,99	0,38	-0,03	0,16	-0,31	-3,69
34 Autres services	0,18	-1,18	0,51	0,22	0,19	-0,07	0,51
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	6,36	2,85	0,44	0,27	0,26	-0,03	2,59
Industries utilisatrices de TI	1,16	0,01	0,24	0,22	0,28	-0,08	0,49
Industries non utilisatrices de TI	1,17	0,34	0,10	0,03	0,08	-0,02	0,63

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communicati[illegible]), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » signifient taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Tableau 11

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1988-1995

Industrie	PT	Contributions					
		PMF	Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	4,22	1,99	0,03	-0,20	0,14	0,06	2,19
2 Expl. minière non énergétique	0,07	0,24	0,02	-0,34	0,14	-0,01	0,01
3 Extraction du charbon	-0,39	1,26	0,02	-1,53	0,00	0,16	-0,30
4 Pétrole brut	5,37	1,55	0,01	2,05	0,10	0,05	1,60
5 Construction	-0,56	-0,66	0,02	0,16	0,10	0,13	-0,31
6 Bois et meubles	1,64	-0,40	0,02	0,16	0,10	0,12	1,64
7 Produits non métalliques	0,58	-0,46	0,07	0,27	0,16	-0,06	0,61
8 Première transfor. des métaux	4,88	1,45	0,05	0,03	0,07	0,07	3,22
9 Fab. de produits métalliques	0,42	0,14	0,01	-0,05	0,10	0,11	0,11
10 Machines	4,15	1,17	0,09	0,36	0,15	0,01	2,36
11 Ordinateurs	21,70	3,43	0,13	0,29	0,16	0,04	17,64
12 Matériel électrique	2,76	0,22	0,17	0,43	0,25	0,04	1,64
13 Matériel électronique	10,70	2,46	0,15	0,37	0,60	-0,25	7,38
14 Véhicules automobiles	4,42	0,65	0,01	0,14	0,07	0,02	3,53
15 Autre matériel de transport	4,89	0,96	0,03	0,39	0,24	-0,04	3,30
16 Fabrication diverse	1,63	0,18	0,13	0,24	0,27	-0,09	0,90
17 Aliments et tabac	1,98	0,28	0,08	0,07	0,12	0,02	1,40
18 Textiles	3,16	0,86	0,05	0,35	0,19	0,03	1,68
19 Papier et produits connexes	3,44	1,55	0,03	-0,26	0,10	0,07	1,96
20 Imprimerie	-1,08	-1,92	0,23	0,37	0,27	-0,08	0,05

Tableau 11 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1988-1995

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	2,67	0,77	0,12	0,43	0,23	−0,07	1,20
22 Raffinage du pétrole	3,84	0,52	0,05	-0,04	0,10	−0,02	3,23
23 Caoutchouc et plastiques	3,04	0,92	0,07	0,03	0,14	0,00	1,87
24 Transport	0,74	0,14	0,08	0,11	0,16	-0,05	0,30
25 Communications	4,44	0,60	1,56	0,90	0,39	-0,15	1,14
26 Services d'électricité	0,41	−0,92	0,18	0,98	0,17	0,03	0,87
27 Services de gaz	-0,45	-0,84	0,22	-0,24	0,22	0,00	0,19
28 Commerce de gros	1,86	0,53	0,19	0,06	0,45	-0,04	0,66
29 Commerce de détail	1,30	-0,06	0,16	0,27	0,30	0,00	0,62
30 Finances, assurances et immobilier	2,65	0,72	0,32	0,39	0,44	-0,10	0,87
31 Services aux entreprises	1,35	-1,37	0,46	0,65	0,89	-0,28	1,00
32 Services de santé	-1,84	-0,21	0,07	-0,37	-1,04	0,08	-0,38
33 Services d'enseignement privés	-3,15	-2,50	0,14	-0,02	0,64	-0,42	-0,99
34 Autres services	0,49	-0,58	0,18	0,09	0,25	-0,02	0,57
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	8,26	1,39	1,07	0,73	0,41	−0,13	4,80
Industries utilisatrices de TI	1,83	0,15	0,26	0,31	0,50	−0,13	0,75
Industries non utilisatrices de TI	1,31	0,20	0,07	0,12	0,14	−0,02	0,80

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines, matériel électrique, imprimerie et édition, autre matériel de transport, fabrication diverse, commerce de gros, commerce de détail, finances, assurances et immobilier, et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » signifient taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Tableau 12

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1995-2000

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	7,06	2,12	0,08	0,98	0,12	0,07	3,70
2 Expl. minière non énergétique	-2,37	-0,86	0,04	-0,04	0,06	0,05	-1,62
3 Extraction du charbon	3,04	2,55	0,08	0,29	0,02	0,03	0,05
4 Pétrole brut	2,72	-2,57	0,04	2,81	0,02	0,01	2,40
5 Construction	0,33	0,19	0,03	-0,08	0,05	0,06	0,07
6 Bois et meubles	1,98	0,83	0,02	-0,14	0,03	-0,04	1,29
7 Produits non métalliques	2,95	1,85	0,05	-0,32	0,08	0,16	1,13
8 Première transfor. des métaux	3,33	0,96	0,03	0,10	0,02	0,01	2,21
9 Fab. de produits métalliques	1,40	0,49	0,06	-0,17	0,04	0,13	0,85
10 Machines	-3,18	-1,20	0,12	-0,28	0,01	-0,03	-1,79
11 Ordinateurs	14,79	5,91	0,09	0,00	0,01	0,01	8,77
12 Matériel électrique	1,24	0,01	0,25	0,49	0,08	0,10	0,31
13 Matériel électronique	10,56	3,27	0,20	0,90	0,04	0,04	6,10
14 Véhicules automobiles	3,22	1,23	0,03	-0,07	0,01	-0,04	2,05
15 Autre matériel de transport	3,60	-1,09	0,04	1,35	0,04	-0,02	3,28
16 Fabrication diverse	1,98	0,48	0,21	-0,13	0,02	-0,15	1,55
17 Aliments et tabac	0,80	-0,50	0,12	0,01	0,05	0,07	1,04
18 Textiles	-0,47	-0,72	0,08	-0,19	0,10	0,10	0,17
19 Papier et produits connexes	0,96	0,28	0,07	0,43	0,02	0,04	0,12
20 Imprimerie	0,34	-1,66	0,34	-0,31	0,10	0,01	1,86

Tableau 12 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries au Canada, 1995-2000

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	-1,30	0,18	0,10	-0,40	0,05	-0,06	-1,17
22 Raffinage du pétrole	-3,51	-0,05	0,00	-0,11	0,01	0,01	-3,37
23 Caoutchouc et plastiques	1,43	0,29	0,07	-0,19	0,06	0,03	1,17
24 Transport	1,33	0,39	0,21	0,24	0,05	0,01	0,43
25 Communications	6,18	1,71	2,11	1,07	0,05	0,08	1,15
26 Services d'électricité	0,17	0,80	0,43	-1,62	0,01	0,02	0,53
27 Services de gaz	3,45	-0,95	0,73	3,14	0,02	0,04	0,48
28 Commerce de gros	1,59	0,85	0,29	-0,25	0,11	0,03	0,55
29 Commerce de détail	4,28	1,86	0,37	0,22	0,12	-0,07	1,77
30 Finances, assurances et immobilier	3,33	0,96	0,54	-0,04	0,10	0,03	1,74
31 Services aux entreprises	2,61	0,15	0,46	0,42	0,04	0,02	1,52
32 Services de santé	-2,11	-3,78	0,05	-0,45	2,06	-0,29	0,30
33 Services d'enseignement privés	4,81	4,33	-0,02	-0,32	2,31	-0,08	-1,41
34 Autres services	3,27	0,97	0,27	-0,08	0,13	0,04	1,94
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	9,02	2,91	1,07	0,86	0,07	0,02	4,08
Industries utilisatrices de TI	2,33	0,67	0,39	-0,13	0,23	-0,08	1,24
Industries non utilisatrices de TI	1,86	0,30	0,11	-0,01	0,20	0,06	1,20

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » signifient taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Tableau 13

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1981-1988

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	2,29	1,63	0,01	0,06	0,19	0,06	0,35
2 Expl. minière non énergétique	5,48	1,31	0,03	0,38	0,13	0,12	3,51
3 Extraction du charbon	8,51	3,29	0,01	1,09	0,18	0,21	3,74
4 Pétrole brut	4,95	0,28	0,14	4,00	0,13	0,03	0,37
5 Construction	-0,11	-0,14	0,00	-0,30	0,11	0,04	0,18
6 Bois et meubles	1,81	1,35	0,02	-0,26	0,09	0,12	0,49
7 Produits non métalliques	2,43	1,24	0,02	-0,06	0,15	0,06	1,01
8 Première transfor. des métaux	3,02	0,83	0,05	0,25	0,08	0,03	1,78
9 Fab. de produits métalliques	2,38	0,66	0,08	0,16	0,08	0,07	1,33
10 Machines	1,19	-0,77	0,25	0,41	0,27	-0,04	1,06
11 Ordinateurs	20,83	11,53	0,09	-0,15	0,67	-0,45	9,14
12 Matériel électrique	3,96	1,21	0,20	0,08	0,53	-0,34	2,29
13 Matériel électronique	9,69	4,72	0,54	1,03	0,49	-0,29	3,21
14 Véhicules automobiles	4,85	0,79	0,03	-0,13	0,03	-0,05	4,17
15 Autre matériel de transport	1,28	0,05	0,28	0,15	0,39	-0,51	0,91
16 Fabrication diverse	3,11	1,03	0,25	0,28	0,48	-0,29	1,37
17 Aliments et tabac	2,61	1,04	0,07	0,22	0,06	-0,05	1,26
18 Textiles	3,38	0,71	0,05	0,18	0,18	-0,02	2,28
19 Papier et produits connexes	2,00	0,20	0,05	0,21	0,14	-0,01	1,41
20 Imprimerie	1,26	-0,43	0,32	0,08	0,39	-0,32	1,21

Tableau 13 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1981-1988

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	1,46	0,78	0,12	0,12	0,29	-0,19	0,35
22 Raffinage du pétrole	5,00	3,76	0,01	0,19	0,05	-0,03	1,01
23 Caoutchouc et plastiques	3,40	1,69	0,06	-0,06	0,17	-0,04	1,59
24 Transport	1,31	0,82	0,05	-0,39	0,47	-0,32	0,67
25 Communications	2,91	-0,35	0,95	0,96	0,33	-0,20	1,21
26 Services d'électricité	1,62	-0,60	0,43	0,96	0,17	-0,08	0,73
27 Services de gaz	-3,10	-3,76	0,15	0,34	0,04	-0,02	0,15
28 Commerce de gros	3,42	1,89	0,69	0,59	0,11	-0,07	0,21
29 Commerce de détail	0,81	-0,14	0,21	0,12	0,23	-0,07	0,47
30 Finances, assurances et immobilier	1,39	-0,75	0,49	0,54	0,28	-0,17	1,00
31 Services aux entreprises	-1,73	-1,43	1,54	-0,83	0,14	-0,16	-1,00
32 Services de santé	0,41	-0,48	0,37	0,22	0,40	-0,08	-0,03
33 Services d'enseignement privés	0,52	-1,03	0,03	0,02	1,06	-0,39	0,84
34 Autres services	0,37	0,19	0,03	-0,06	0,17	-0,22	0,26
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	7,96	3,26	0,60	0,69	0,46	-0,31	3,26
Industries utilisatrices de TI	1,19	-0,08	0,52	0,30	0,31	-0,29	0,44
Industries non utilisatrices de TI	0,64	0,31	0,11	0,03	0,23	-0,08	0,04

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services). Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » signifient taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Tableau 14

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1988-1995

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	2,74	1,67	0,03	0,08	0,35	-0,08	0,69
2 Expl. minière non énergétique	1,91	1,09	0,18	0,05	0,25	-0,06	0,41
3 Extraction du charbon	5,17	3,40	0,16	0,77	0,24	0,05	0,55
4 Pétrole brut	0,88	0,20	0,08	0,01	0,28	-0,09	0,39
5 Construction	-1,54	-1,33	0,06	0,07	0,07	0,08	-0,43
6 Bois et meubles	0,45	-1,11	0,06	0,00	-0,01	0,16	1,36
7 Produits non métalliques	0,95	0,38	0,05	-0,07	0,01	0,19	0,40
8 Première transfor. des métaux	2,12	0,64	0,04	0,06	0,00	0,08	1,30
9 Fab. de produits métalliques	1,28	0,46	0,10	-0,02	-0,05	0,16	0,63
10 Machines	2,33	-0,02	0,28	0,26	0,06	0,15	1,61
11 Ordinateurs	19,91	10,22	0,07	-0,10	0,03	-0,01	9,70
12 Matériel électrique	3,55	1,03	0,06	-0,31	0,21	-0,02	2,58
13 Matériel électronique	15,40	6,52	0,54	1,46	0,11	-0,02	6,49
14 Véhicules automobiles	1,19	-0,18	0,05	-0,01	0,04	0,03	1,28
15 Autre matériel de transport	2,02	0,70	0,10	0,18	0,32	-0,21	0,92
16 Fabrication diverse	2,87	-0,48	0,36	0,29	0,51	-0,06	2,24
17 Aliments et tabac	1,14	0,10	0,07	0,12	0,05	0,01	0,78
18 Textiles	2,89	0,57	0,04	0,18	0,15	0,07	1,83
19 Papier et produits connexes	0,94	-0,69	0,08	0,27	0,13	0,03	1,08
20 Imprimerie	-0,39	-1,21	0,54	0,06	0,40	-0,07	0,04

Tableau 14 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1988-1995

			Contributions				
Industrie	PT	PMF	Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	3,60	-0,14	0,18	0,48	0,23	-0,07	0,90
22 Raffinage du pétrole	1,42	-0,43	0,03	0,22	0,05	-0,01	1,57
23 Caoutchouc et plastiques	2,27	0,88	0,09	0,17	0,12	0,10	0,91
24 Transport	0,26	0,36	0,12	-0,38	0,04	0,15	-0,02
25 Communications	2,96	0,13	0,84	0,58	0,29	-0,12	1,25
26 Services d'électricité	2,42	0,85	0,18	0,67	0,21	-0,09	0,60
27 Services de gaz	-2,06	-0,90	0,35	0,17	0,08	-0,03	-1,74
28 Commerce de gros	3,04	0,91	0,72	0,19	0,27	0,03	0,93
29 Commerce de détail	0,60	-0,18	0,12	0,26	-0,01	0,11	0,31
30 Finances, assurances et immobilier	2,48	0,37	0,56	0,56	0,30	-0,11	0,79
31 Services aux entreprises	1,35	0,54	0,26	0,01	-0,32	0,27	0,79
32 Services de santé	-0,72	-1,49	0,19	-0,05	0,10	0,46	0,07
33 Services d'enseignement privés	-0,90	-1,09	0,04	-0,05	0,32	0,01	-0,13
34 Autres services	1,11	-0,53	0,15	0,37	0,21	-0,03	0,96
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	9,56	3,84	0,75	0,77	0,15	-0,04	4,09
Industries utilisatrices de TI	1,50	0,25	0,40	0,20	0,11	-0,07	0,61
Industries non utilisatrices de TI	-0,02	-0,35	0,11	-0,04	0,18	0,00	0,09

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communications) et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » signifient taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Tableau 15

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1995-2000

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
1 Agriculture	3,23	1,94	0,05	0,36	-0,35	0,23	1,01
2 Expl. minière non énergétique	3,26	0,46	0,20	0,91	-0,25	0,20	1,74
3 Extraction du charbon	7,49	3,57	0,25	2,14	-0,25	0,27	1,51
4 Pétrole brut	2,72	0,98	0,20	0,80	-0,24	0,15	0,74
5 Construction	-0,14	-0,95	0,09	0,14	-0,07	0,06	0,60
6 Bois et meubles	1,92	0,86	0,10	0,07	0,13	0,07	0,68
7 Produits non métalliques	4,18	0,87	0,23	0,43	0,17	-0,04	2,43
8 Première transfor. des métaux	3,20	2,50	0,08	0,15	0,08	0,02	0,38
9 Fab. de produits métalliques	4,31	1,63	0,19	0,11	0,13	0,03	2,22
10 Machines	3,43	0,24	0,56	0,23	0,01	0,05	2,35
11 Ordinateurs	31,10	16,78	0,29	0,36	-0,13	0,03	13,81
12 Matériel électrique	4,17	0,94	0,10	-0,31	0,12	0,00	3,33
13 Matériel électronique	21,10	11,31	0,77	1,27	0,03	0,00	7,72
14 Véhicules automobiles	5,01	0,65	0,06	0,13	0,08	-0,04	4,13
15 Autre matériel de transport	5,49	0,94	0,31	0,03	0,66	-0,38	3,93
16 Fabrication diverse	4,10	-0,24	0,53	0,21	0,74	-0,31	3,18
17 Aliments et tabac	1,50	0,01	0,12	0,32	0,03	0,03	0,98
18 Textiles	5,05	2,13	0,16	0,45	0,09	0,05	2,17
19 Papier et produits connexes	1,94	1,83	0,12	0,36	0,03	0,05	-0,45
20 Imprimerie	2,08	0,56	0,81	0,14	0,10	-0,04	0,51

Tableau 15 (suite)

Sources de la croissance de la productivité du travail dans les industries aux États-Unis, 1995-2000

Industrie	PT	PMF	Contributions				
			Intensification du capital de TI	Intensification du capital non lié aux TI	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre ayant une formation universitaire	Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre sans formation universitaire	Intensité des intrants intermédiaires
21 Produits chimiques	2,26	0,90	0,26	0,53	0,08	0,04	0,87
22 Raffinage du pétrole	4,12	-3,73	0,01	0,13	0,00	0,01	7,69
23 Caoutchouc et plastiques	2,75	1,51	0,19	0,45	0,06	-0,02	0,51
24 Transport	0,50	-0,22	0,59	0,16	0,01	0,02	0,19
25 Communications	1,54	-4,29	1,05	0,17	0,10	-0,11	3,54
26 Services d'électricité	5,27	2,33	0,29	1,25	0,15	-0,12	1,30
27 Services de gaz	2,65	0,33	0,48	0,84	0,06	-0,06	2,08
28 Commerce de gros	2,76	0,06	1,52	0,36	0,01	0,01	0,65
29 Commerce de détail	2,59	1,31	0,28	0,25	0,17	-0,22	0,60
30 Finances, assurances et immobilier	2,75	0,08	1,05	0,09	0,12	-0,07	1,55
31 Services aux entreprises	0,62	-1,36	1,35	0,11	-0,06	0,03	1,62
32 Services de santé	0,93	-1,07	0,50	0,25	0,47	0,00	0,60
33 Services d'enseignement privés	0,76	-1,35	0,07	-0,04	0,71	-0,07	0,06
34 Autres services	2,24	0,51	0,20	0,13	0,19	-0,22	1,59
Groupe d'industries							
Industries productrices de TI	12,79	5,06	0,92	0,56	0,02	-0,04	5,45
Industries utilisatrices de TI	2,59	0,12	0,90	0,17	0,12	-0,13	1,36
Industries non utilisatrices de TI	1,31	0,11	0,23	0,11	0,15	-0,05	0,74

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services). Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI. « PT » et « PMF » représentent taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle, respectivement.

Au cours des années 80, les industries productrices de TI au Canada affichaient des taux de croissance de la productivité comparables à ceux de leurs concurrentes américaines. Mais dans les années 1990 et notamment durant la seconde moitié, la croissance de la productivité du travail au Canada a été inférieure à celle des États-Unis. Cet écart est entièrement attribuable à une plus grande productivité multifactorielle et à l'intensification des intrants intermédiaires aux États-Unis.

Industries utilisatrices de TI

Durant les années 80, la croissance de la productivité du travail des industries utilisatrices de TI était en moyenne égale (au Canada) ou supérieure (aux États-Unis) à celle des industries non utilisatrices de TI. Toutefois, l'écart entre les deux groupes s'est creusé dans les années 1990 lorsque la croissance de la productivité du travail dans les industries utilisatrices de TI s'est accélérée. Aux États-Unis, la croissance de la productivité du travail des industries utilisatrices de TI est passée de 1,2 p. 100 l'an durant la période 1981-1988, à 1,5 p. 100 (1988-1995) et à 2,6 p. 100 (1995-2000). Nous observons la même tendance, mais moins prononcée, au Canada, où la croissance de la productivité du travail dans les industries utilisatrices de TI est passée de 1,2 p. 100 durant la période 1981-1988 à 1,8 p. 100 (1988-1995) et à 2,3 p. 100 (1995-2000).

L'accélération de la croissance de la productivité du travail dans ces industries aux États-Unis durant la seconde moitié des années 1990 est attribuable au capital de TI, à la main-d'œuvre ayant une formation universitaire et à l'intensification des intrants intermédiaires. Au Canada, par contre, elle est attribuable à une croissance plus forte de la productivité multifactorielle, des intrants intermédiaires et de l'intensification du capital de TI. Dans les deux pays, les industries utilisatrices de TI ont profité davantage de l'intensification du capital de TI que les industries non utilisatrices de TI durant la seconde moitié des années 1990.

Au cours de la première moitié des années 1990, la productivité du travail dans les industries utilisatrices de TI au Canada a augmenté à un taux annuel de 1,8 p. 100, ce qui est légèrement plus élevé que le taux de 1,5 p. 100 enregistré aux États-Unis. Cet écart est principalement attribuable à une plus forte augmentation de l'intensité de l'intrant travail (main-d'œuvre ayant une formation universitaire) au Canada. Toutefois, la tendance s'est renversée dans la seconde moitié des années 1990 lorsque les industries utilisatrices de TI aux États-Unis ont enregistré un taux de croissance de la productivité plus élevé. Ce taux est attribuable principalement à l'accélération de la contribution du capital de TI aux États-Unis.

L'intensification du capital de TI a contribué pour 0,9 point de pourcentage au taux de croissance de 2,6 p. 100 de la productivité du travail aux États-Unis, alors qu'au Canada il a fourni 0,4 point de pourcentage au taux de croissance de 2,3 p. 100 de la productivité du travail.

Croissance agrégée et contributions sectorielles

Sources de la croissance de la production agrégée (valeur ajoutée)

Examinons maintenant l'économie dans son ensemble. Les équations (4) et (5) donnent la croissance de la valeur ajoutée pour le secteur des entreprises, agrégé pour l'ensemble des 34 industries. Ce résultat, obtenu à partir de notre méthode ascendante, figure à la première ligne du tableau 16. Les estimations sont généralement conformes à celles produites par Statistique Canada à l'aide d'une méthode descendante[23]. Les deux estimations sont présentées dans la partie inférieure du tableau 16, sous « Addenda ». L'écart entre les deux estimations, appelé réattribution de la valeur ajoutée, est relativement limité.

La croissance économique s'est accélérée durant la seconde moitié des années 1990 dans les deux pays. Elle a été plus forte au Canada, passant de 1,8 p. 100 par an à 5,0 p. 100, alors qu'elle est passée de 2,4 p. 100 à 4,5 p. 100 aux États-Unis. Dans les années 80, toutefois, le secteur des entreprises au Canada a enregistré un taux de croissance de 3,3 p. 100 comparativement à 3,6 p. 100 aux États-Unis.

Nous constatons les différences les plus importantes au niveau des contributions des facteurs. La contribution du facteur travail a été la plus importante au Canada durant la période d'expansion (1995-2000), représentant 2,3 point de pourcentage du taux de croissance de 5,0 p. 100, tandis que le capital n'a fourni que 1,6 point de pourcentage. De l'autre côté de la frontière, le capital et le travail ont contribué pour 2,1 et 1,6 points de pourcentage, respectivement, au taux de croissance global de 4,5 p. 100. La différence au niveau de la contribution du capital de TI est encore plus marquée. La croissance extrêmement rapide de l'investissement en TI aux États-Unis s'est traduite par une contribution de 1,2 point de pourcentage, tandis qu'au Canada elle n'a été que de 0,6 point de pourcentage. La différence sur le plan de la contribution du travail est entièrement attribuable au taux de croissance plus élevé de la main-d'œuvre sans formation universitaire au Canada. Il y a lieu de

Tableau 16

Sources de la croissance de la valeur ajoutée agrégée au Canada et aux États-Unis

	Canada			États-Unis		
	1981-1988	1988-1995	1995-2000	1981-1988	1988-1995	1995-2000
Contributions						
Valeur ajoutée	3,29	1,67	5,00	3,62	2,39	4,54
Intrant capital	1,27	0,81	1,62	1,55	1,09	2,13
de TI	0,35	0,33	0,58	0,61	0,52	1,15
non lié aux TI	0,92	0,48	1,04	0,94	0,57	0,98
Intrant travail	1,36	0,56	2,26	1,49	1,15	1,60
Main-d'oeuvre ayant une formation universitaire	0,45	0,57	0,87	0,93	0,60	0,72
Main-d'oeuvre sans formation universitaire	0,92	-0,01	1,41	0,56	0,55	0,78
PMF	0,65	0,45	1,11	0,58	0,14	0,84
Taux de croissance						
Valeur ajoutée	3,29	1,82	5,00	3,62	2,39	4,54
Intrant capital	3,21	2,14	4,19	4,53	3,20	5,07
de TI	15,86	12,69	17,25	19,60	11,32	20,11
non lié aux TI	2,48	1,34	2,87	3,01	1,93	3,27
Intrant travail	2,29	0,97	3,79	2,27	1,74	2,49
Main-d'oeuvre ayant une formation universitaire	5,76	4,71	6,19	5,01	2,67	5,47
Main-d'oeuvre sans formation universitaire	1,79	-0,03	3,06	1,24	1,29	1,91
PMF	0,65	0,45	1,11	0,58	0,16	0,84
Addenda						
Démarche ascendante	4,29	1,67	5,00	3,62	2,39	4,54
Démarche descendante	3,25	1,30	4,86	3,70	2,64	4,59
Réattribution de la valeur ajoutée	0,03	0,32	0,14	-0,08	-0,25	-0,05
Heures travaillées	1,95	0,27	3,06	2,00	1,41	2,25

noter, toutefois, la forte croissance de la main-d'œuvre moins scolarisée durant la période d'expansion dans les deux pays. Pour résumer, l'accélération de la croissance de la valeur ajoutée au Canada dans la seconde moitié des années 1990 est attribuable principalement à la croissance du capital non lié aux TI et de la main-d'œuvre sans formation universitaire, tandis qu'aux États-Unis, elle est attribuable principalement à l'accumulation de capital de TI et de capital non lié aux TI et à l'augmentation de la croissance de la productivité multifactorielle (figure 1).

Passons maintenant à l'équation (4) pour estimer la contribution des différentes industries à la croissance globale. La contribution d'une industrie représente le produit de sa part de la valeur ajoutée totale et de son taux de croissance de la valeur ajoutée. Les parts de la valeur ajoutée totale qui reviennent aux industries sont présentées au tableau 17. Comme auparavant, nous nous concentrons sur trois groupes, soit les industries productrices de TI, les industries utilisatrices de TI et les industries non utilisatrices de TI. Dans les deux pays, la part de la valeur ajoutée allant aux industries productrices de TI a été essentiellement constante sur la période 1981 -2000, tandis que la part des industries utilisatrices de TI a augmenté aux dépens de celle des industries non utilisatrices de TI. Ce phénomène est essentiellement attribuable à l'expansion de l'industrie des finances, des assurances et de

Figure 1

Sources de l'accélération de la croissance de la valeur ajoutée agrégée entre 1988-1995 et 1995-2000

l'immobilier et de l'industrie des services aux entreprises, et à la contraction des industries de l'extraction minière, de la construction et de l'agriculture. Ces dernières années, l'activité économique au Canada s'est concentrée relativement moins dans les industries productrices de TI et utilisatrices de TI et davantage dans les industries non utilisatrices de TI, comparativement aux États-Unis.

La figure 2 montre la contribution des trois groupes à la croissance de la production globale, tandis que les figures 6 à 8 montrent la contribution de chacune des 34 industries pour les trois sous-périodes 1981-1988, 1988-1995 et 1995-2000. Les trois groupes ont contribué à l'accélération de la croissance de la production dans les deux pays entre la première et la seconde moitié des années 1990. Cependant, la plus grande partie de cette accélération est imputable aux industries non utilisatrices de TI au Canada, mais aux industries utilisatrices de TI aux États-Unis.

Figure 2

Contribution des diverses industries à la croissance de la valeur ajoutée agrégée au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

Note : La productivité du travail se définit comme étant la valeur ajoutée par heure. [illegible]

noter, toutefois, la forte croissance de la main-d'œuvre moins scolarisée durant la période d'expansion dans les deux pays. Pour résumer, l'accélération de la croissance de la valeur ajoutée au Canada dans la seconde moitié des années 1990 est attribuable principalement à la croissance du capital non lié aux TI et de la main-d'œuvre sans formation universitaire, tandis qu'aux États-Unis, elle est attribuable principalement à l'accumulation de capital de TI et de capital non lié aux TI et à l'augmentation de la croissance de la productivité multifactorielle (figure 1).

Passons maintenant à l'équation (4) pour estimer la contribution des différentes industries à la croissance globale. La contribution d'une industrie représente le produit de sa part de la valeur ajoutée totale et de son taux de croissance de la valeur ajoutée. Les parts de la valeur ajoutée totale qui reviennent aux industries sont présentées au tableau 17. Comme auparavant, nous nous concentrons sur trois groupes, soit les industries productrices de TI, les industries utilisatrices de TI et les industries non utilisatrices de TI. Dans les deux pays, la part de la valeur ajoutée allant aux industries productrices de TI a été essentiellement constante sur la période 1981-2000, tandis que la part des industries utilisatrices de TI a augmenté aux dépens de celle des industries non utilisatrices de TI. Ce phénomène est essentiellement attribuable à l'expansion de l'industrie des finances, des assurances et de

Figure 1

Sources de l'accélération de la croissance de la valeur ajoutée agrégée entre 1988-1995 et 1995-2000

l'immobilier et de l'industrie des services aux entreprises, et à la contraction des industries de l'extraction minière, de la construction et de l'agriculture. Ces dernières années, l'activité économique au Canada s'est concentrée relativement moins dans les industries productrices de TI et utilisatrices de TI et davantage dans les industries non utilisatrices de TI, comparativement aux États-Unis.

La figure 2 montre la contribution des trois groupes à la croissance de la production globale, tandis que les figures 6 à 8 montrent la contribution de chacune des 34 industries pour les trois sous-périodes 1981-1988, 1988-1995 et 1995-2000. Les trois groupes ont contribué à l'accélération de la croissance de la production dans les deux pays entre la première et la seconde moitié des années 1990. Cependant, la plus grande partie de cette accélération est imputable aux industries non utilisatrices de TI au Canada, mais aux industries utilisatrices de TI aux États-Unis.

Figure 2

Contribution des diverses industries à la croissance de la valeur ajoutée agrégée au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

Tableau 17

Parts de la valeur ajoutée des industries au Canada et aux États-Unis

	Canada				États-Unis			
Industrie	1981	1988	1995	2000	1981	1988	1995	2000
1 Agriculture	0,044	0,029	0,028	0,020	0,035	0,024	0,024	0,025
2 Exploitation minière non énergétique	0,030	0,028	0,020	0,016	0,005	0,003	0,003	0,002
3 Extraction du charbon	0,002	0,003	0,002	0,001	0,007	0,004	0,003	0,002
4 Pétrole brut	0,059	0,029	0,031	0,034	0,048	0,015	0,010	0,009
5 Construction	0,111	0,087	0,067	0,068	0,068	0,065	0,052	0,053
6 Bois et meubles	0,026	0,026	0,029	0,031	0,011	0,012	0,011	0,010
7 Produits non métalliques	0,008	0,009	0,006	0,006	0,009	0,008	0,006	0,007
8 Première transformation des métaux	0,019	0,019	0,016	0,016	0,014	0,010	0,009	0,008
9 Fabrication de produits métalliques	0,017	0,015	0,013	0,015	0,021	0,016	0,015	0,016
10 Machines	0,018	0,013	0,015	0,015	0,031	0,020	0,020	0,020
11 Ordinateurs	0,002	0,003	0,001	0,001	0,007	0,006	0,005	0,005
12 Matériel électrique	0,010	0,008	0,006	0,005	0,012	0,010	0,008	0,008
13 Matériel électronique	0,006	0,008	0,009	0,011	0,011	0,012	0,014	0,017
14 Véhicules automobiles	0,012	0,024	0,030	0,028	0,011	0,011	0,011	0,010
15 Autre matériel de transport	0,010	0,008	0,011	0,011	0,018	0,016	0,013	0,011
16 Fabrication diverse	0,007	0,007	0,007	0,007	0,020	0,020	0,018	0,016
17 Aliments et tabac	0,032	0,032	0,032	0,030	0,026	0,026	0,025	0,022
18 Textiles	0,017	0,014	0,011	0,010	0,017	0,012	0,009	0,007
19 Papier et produits connexes	0,022	0,025	0,027	0,017	0,011	0,011	0,011	0,009
20 Imprimerie	0,013	0,015	0,014	0,014	0,017	0,019	0,017	0,017
21 Produits chimiques	0,017	0,023	0,023	0,018	0,027	0,025	0,025	0,023
22 Raffinage du pétrole	0,005	0,003	0,003	0,002	0,007	0,009	0,004	0,004

Tableau 17 (suite)

Parts de la valeur ajoutée des industries au Canada et aux États-Unis

	Canada				États-Unis			
Industrie	1981	1988	1995	2000	1981	1988	1995	2000
23 Caoutchouc et plastiques	0,007	0,007	0,009	0,009	0,009	0,010	0,011	0,010
24 Transport	0,066	0,061	0,061	0,062	0,045	0,040	0,039	0,033
25 Communications	0,029	0,029	0,031	0,027	0,027	0,027	0,027	0,029
26 Services d'électricité	0,031	0,037	0,040	0,033	0,024	0,026	0,024	0,021
27 Services de gaz	0,004	0,005	0,005	0,004	0,006	0,006	0,004	0,003
28 Commerce de gros	0,059	0,070	0,070	0,072	0,076	0,071	0,070	0,067
29 Commerce de détail	0,078	0,082	0,072	0,077	0,092	0,089	0,085	0,083
30 Finances, assurances et immobilier	0,110	0,125	0,137	0,142	0,118	0,149	0,159	0,166
31 Services aux entreprises	0,042	0,054	0,063	0,083	0,034	0,056	0,067	0,084
32 Services de santé	0,023	0,029	0,033	0,032	0,092	0,125	0,145	0,145
33 Services d'enseignement privés	0,001	0,001	0,001	0,003	0,007	0,008	0,009	0,010
34 Autres services	0,070	0,074	0,077	0,077	0,038	0,044	0,048	0,049
Groupe d'industries								
Industries productrices de TI	0,038	0,039	0,041	0,040	0,044	0,045	0,046	0,051
Industries utilisatrices de TI	0,344	0,382	0,394	0,427	0,417	0,449	0,457	0,472
Industries non utilisatrices de TI	0,618	0,579	0,565	0,533	0,539	0,506	0,497	0,477
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI.

Figure 3

Sources de l'accélération de la croissance de la [illegible] du travail entre 1988-1995 et 1995-2000

Figure 4

[illegible] 1981-2000

Figure 3

Sources de l'accélération de la croissance de la productivité agrégée du travail entre 1988-1995 et 1995-2000

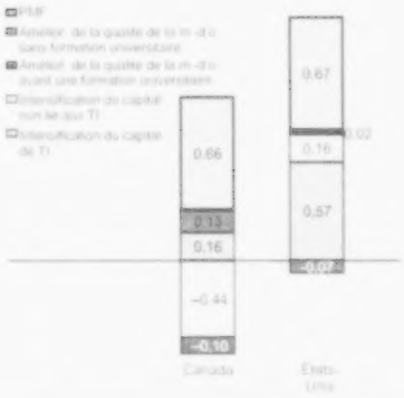


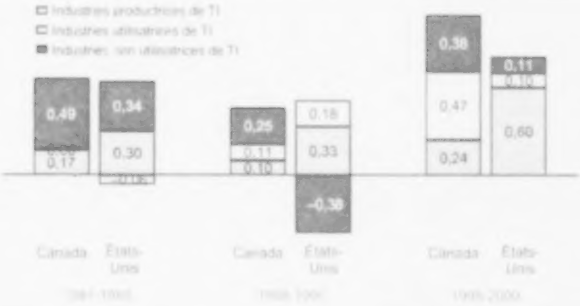
Figure 4

Contribution des diverses industries à la croissance de la productivité agrégée du travail au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

Note : La productivité du travail se définit comme étant la valeur ajoutée par heure.
Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris des communications) et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines, matériel électrique, imprimerie et édition, autre matériel de transport, fabrication diverse, commerce de gros, commerce de détail, finances, assurances et immobilier et services aux entreprises.

Figure 5

Contribution des diverses industries à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

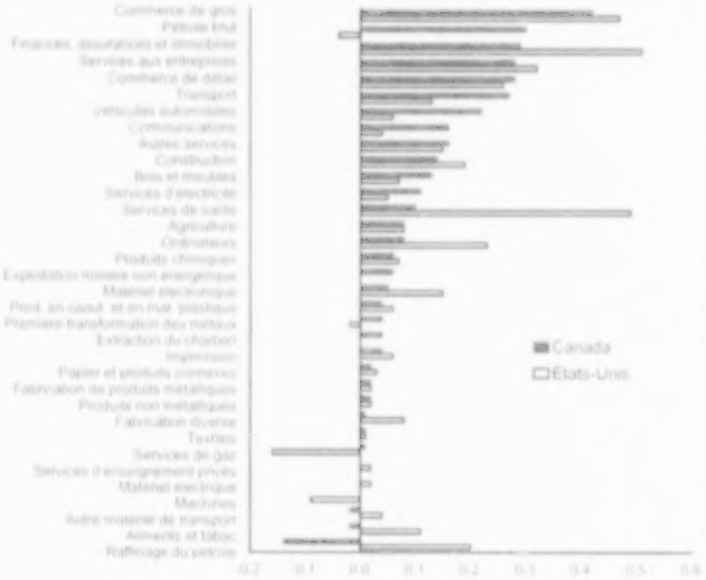


Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communications, et communications [services]).
Industries utilisatrices de TI : machines, matériel électrique, imprimerie et édition, autre matériel de transport, fabrication diverse, commerce de gros, commerce de détail, finances, assurances et immobilier, et services aux entreprises.

Lorsque nous examinons en détail la contribution des diverses industries dans les figures 6 à 8, nous constatons que les quatre industries qui ont contribué le plus à la croissance agrégée au Canada durant la période d'expansion étaient toutes des industries utilisatrices de TI, soit celles des services aux entreprises; des finances, des assurances et de l'immobilier; du commerce de gros; et du commerce de détail. Aux États-Unis, les trois industries qui ont contribué le plus étaient celles des finances, des assurances et de l'immobilier; des services aux entreprises; et du matériel électronique et de communication; elles étaient suivies d'une industrie non utilisatrice de TI, celle des services de santé.

Figure 6

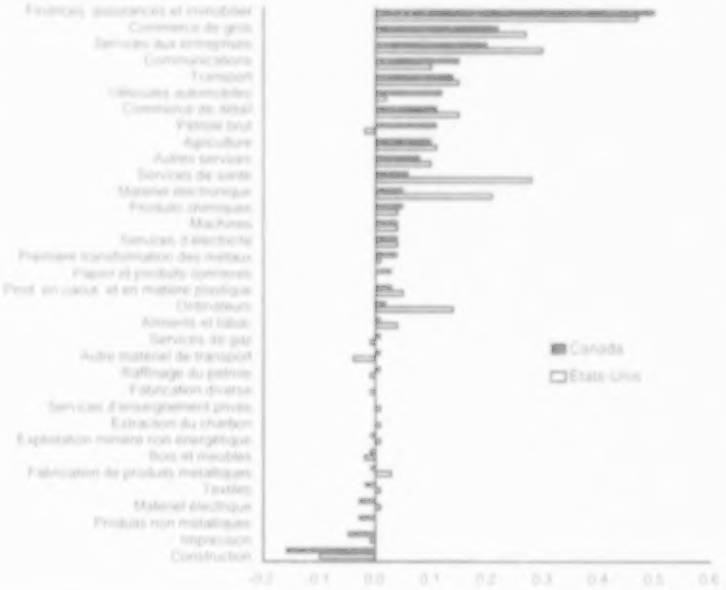
Contribution à la croissance de la valeur ajoutée agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1981-1988



Le tableau 18 montre la variation des heures travaillées pour les 34 industries au cours des trois périodes étudiées. Durant la période 1995-2000, le Canada a affiché une croissance de l'emploi supérieure à celle des États-Unis dans presque toutes les industries, les principales exceptions étant celles des communications; de l'agriculture; de la construction; et des finances, des assurances et de l'immobilier.

Figure 7

Contribution à la croissance de la valeur ajoutée agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1988-1995

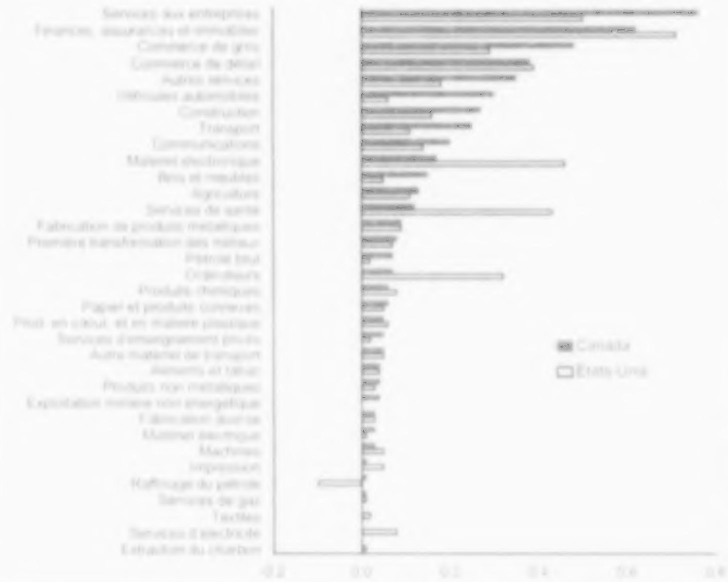


Sources de la croissance de la productivité agrégée du travail

Les résultats concernant les sources de la croissance de la productivité agrégée du travail, telles que décrites à l'équation (9), sont présentés au tableau 19. Durant la seconde moitié des années 1990, la productivité agrégée du travail au Canada s'est accrue à un taux annuel de 1,9 p. 100, comparativement à 2,3 p. 100 aux États-Unis. Au Canada, l'augmentation de la productivité multifactorielle a contribué le plus à cette croissance, soit 1,1 point de pourcentage, tandis que l'intensification du capital et la qualité de la main-d'œuvre ont contribué chacun à peine 0,4 point de pourcentage. Aux États-Unis, les sources de l'amélioration de la productivité du travail étaient différentes : sur 2,3 p. 100 de croissance de la productivité du travail, 1,0 point de pourcentage était dû à l'intensification du

Figure 8

Contribution à la croissance de la valeur ajoutée agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1995-2000



capital de TI, la contribution du travail étant plus faible en raison de la hausse marquée de l'emploi de travailleurs moins scolarisés. La croissance de la productivité multifactorielle a repris dans les deux pays. La croissance de la productivité multifactorielle a contribué pour 0,8 point de pourcentage à la croissance de la productivité du travail aux États-Unis. Le capital de TI a contribué plus que le capital non lié aux TI dans les deux pays et la main-d'œuvre ayant une formation universitaire a contribué plus que la main-d'œuvre sans formation universitaire.

Tableau 18

Croissance des heures travaillées dans les industries au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

	Canada			États-Unis		
Industrie	1981-1988	1988-1995	1995-2000	1981-1988	1988-1995	1995-2000
1 Agriculture	-0,15	-1,07	-3,92	-1,53	-0,01	0,19
2 Exploitation minière non énergétique	-2,21	-0,03	3,15	-3,92	0,42	-1,47
3 Extraction du charbon	-0,50	0,08	-4,09	-6,41	-4,03	-6,69
4 Pétrole brut	5,26	-1,83	1,69	7,40	-2,15	-1,61
5 Construction	1,82	-1,26	5,29	3,42	0,99	4,62
6 Bois et meubles	1,83	-0,98	3,37	2,34	0,17	1,33
7 Produits non métalliques	0,30	-5,99	2,19	-0,31	-0,49	1,45
8 Première transformation des métaux	1,84	-3,13	1,42	-4,91	-1,12	-0,16
9 Fabrication de produits métalliques	0,23	-1,55	4,72	-1,01	0,32	1,28
10 Machines	1,64	-0,98	4,91	-2,94	0,64	0,19
11 Ordinateurs	1,42	-1,90	3,73	1,60	-3,66	0,40
12 Matériel électrique	-2,20	-6,16	3,19	-1,52	-1,32	-0,64
13 Matériel électronique	4,48	-1,40	3,93	-0,81	-0,86	2,37
14 Véhicules automobiles	4,08	0,42	4,74	1,73	2,08	1,06
15 Autre matériel de transport	-0,13	-2,00	5,64	2,01	-5,10	0,50
16 Fabrication diverse	1,53	-1,38	3,57	0,95	-1,63	0,06
17 Aliments et tabac	-0,04	-1,38	2,07	-0,78	0,43	0,03
18 Textiles	-0,29	-5,09	1,27	-2,01	-1,76	-6,12
19 Papier et produits connexes	-0,46	-2,15	0,87	0,72	0,29	-1,15
20 Imprimerie	3,28	-1,21	3,95	2,90	0,22	-0,10
21 Produits chimiques	0,91	-1,23	3,34	0,29	-0,13	-0,08
22 Raffinage du pétrole	-6,06	-2,77	6,27	-2,91	-1,14	-2,61

Tableau 18 (suite)

Croissance des heures travaillées dans les industries au Canada et aux États-Unis, 1981-2000

	Canada			États-Unis		
Industrie	1981-1988	1988-1995	1995-2000	1981-1988	1988-1995	1995-2000
23 Caoutchouc et plastiques	3,45	0,16	4,79	2,39	1,86	0,75
24 Transport	1,08	1,44	2,45	2,08	3,14	2,31
25 Communications	0,53	0,26	-0,49	-1,41	0,80	4,87
26 Services d'électricité	0,55	1,40	0,50	0,62	-1,12	-0,35
27 Services de gaz	2,56	3,56	-2,47	-1,64	-0,53	-3,50
28 Commerce de gros	1,74	1,34	5,12	1,52	0,69	1,39
29 Commerce de détail	2,39	0,46	1,22	2,42	1,25	1,58
30 Finances, assurances et immobilier	2,27	0,72	1,66	3,06	0,44	2,50
31 Services aux entreprises	5,24	2,80	8,77	7,90	4,03	6,53
32 Services de santé	7,01	3,80	6,66	3,66	3,64	2,75
33 Services d'enseignement privés	8,31	4,83	17,54	2,83	2,75	3,65
34 Autres services	2,83	1,14	2,11	3,44	1,92	2,22
Groupe d'industries						
Industries productrices de TI	1,69	-0,40	1,02	-0,14	-0,52	3,43
Industries utilisatrices de TI	2,54	0,81	3,95	2,59	1,13	2,43
Industries non utilisatrices de TI	1,56	-0,08	2,45	1,62	1,74	2,00
Total	1,95	0,27	3,06	2,00	1,41	2,23

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI.

Tableau 19

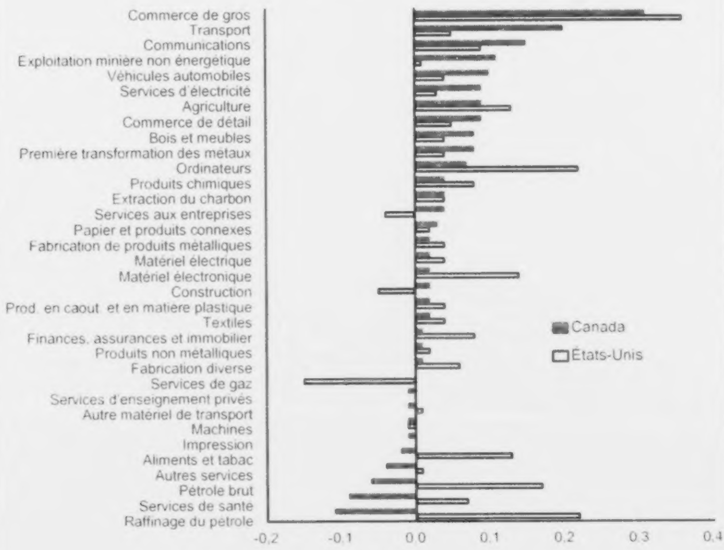
Sources de la croissance de la productivité agrégée du travail au Canada et aux États-Unis

	Canada			États-Unis		
	1981-1988	1988-1995	1995-2000	1981-1988	1988-1995	1995-2000
Contributions						
Productivité du travail	1,33	1,55	1,93	1,62	0,97	2,31
Intensification du capital	0,48	0,69	0,41	0,87	0,60	1,34
de TI	0,30	0,32	0,48	0,54	0,45	1,02
non lié aux TI	0,18	0,37	-0,07	0,33	0,15	0,31
Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre	0,20	0,41	0,43	0,18	0,22	0,17
ayant une formation universitaire	0,29	0,54	0,44	0,54	0,28	0,30
sans formation universitaire	-0,09	-0,13	0,00	-0,36	-0,06	-0,13
PMF	0,65	0,45	1,11	0,58	0,14	0,81
Taux de croissance						
Productivité du travail	1,33	1,55	1,93	1,62	0,97	2,31
Intensification du capital	1,26	1,87	1,04	2,53	1,79	3,74
de TI	13,91	12,42	14,18	17,60	9,91	17,88
non lié aux TI	0,53	1,07	-0,19	1,02	0,52	1,04
Amélioration de la qualité de la main-d'œuvre	0,33	0,64	0,72	0,27	0,34	0,26
ayant une formation universitaire	3,80	4,43	3,11	3,01	1,27	1,24
sans formation universitaire	-0,16	-0,25	0,00	-0,75	-0,13	-0,32
PMF	0,65	0,45	1,11	0,58	0,14	0,81
Addenda						
Productivité du travail	1,33	1,55	1,93	1,62	0,97	2,31
Contribution de l'industrie	1,30	1,62	2,08	2,01	1,26	2,46
Redistribution des heures	0,03	-0,08	-0,15	-0,39	-0,29	-0,15

Note : La productivité agrégée du travail est définie comme étant la valeur ajoutée agrégée par heure travaillée.

Figure 9

Contribution à la croissance de la productivité du travail agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1981-1988

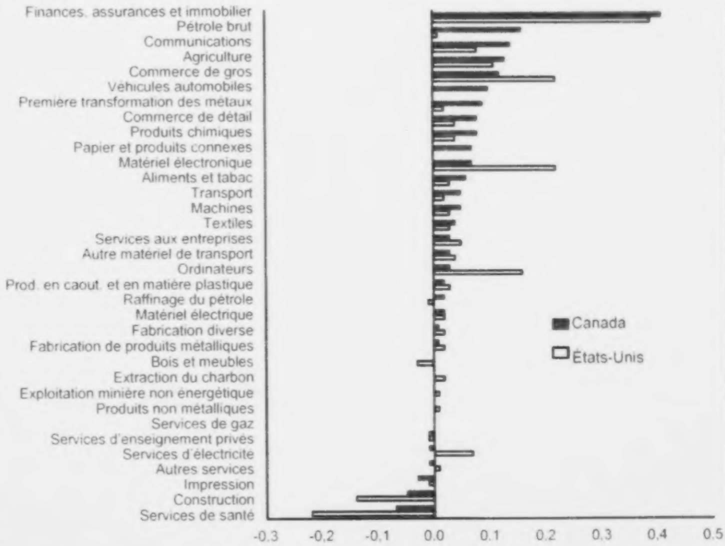


Note : La productivité du travail se définit comme étant la valeur ajoutée par heure travaillée.

L'accélération de la croissance de la productivité agrégée du travail au Canada durant la seconde moitié des années 1990 était principalement attribuable à une accélération de 0,7 point de pourcentage de la croissance de la productivité multifactorielle (figure 3). La croissance de la productivité du travail aux États-Unis a fortement accéléré, passant de 1,0 p. 100 par an durant la première moitié des années 1990 à 2,3 p. 100 par an durant la seconde moitié de la décennie. L'intensification plus marquée du capital de TI et la plus forte croissance de la productivité multifactorielle ont contribué de façon égale à l'accélération de la croissance de la productivité du travail. En outre, l'intensification du capital non lié aux TI n'a pas ralenti comme au Canada.

Figure 10

Contribution à la croissance de la productivité du travail agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1988-1995

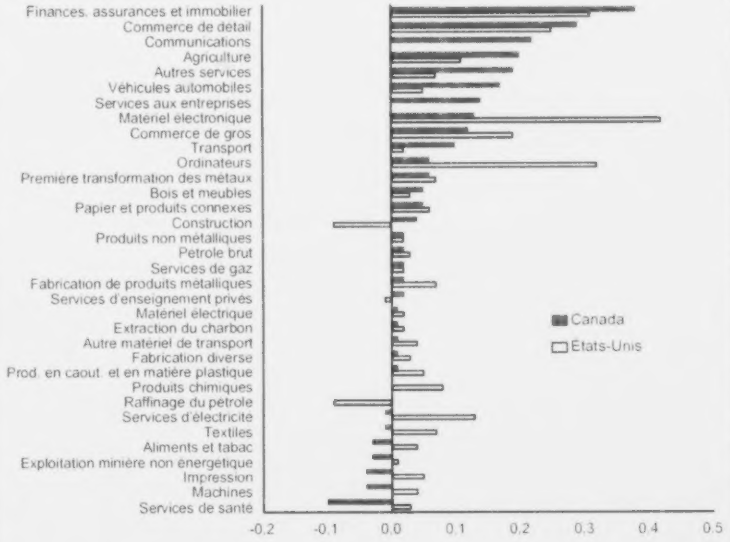


Note : La productivité du travail se définit comme étant la valeur ajoutée par heure travaillée.

L'équation (10) montre que la croissance de la productivité agrégée du travail provient de la contribution des diverses industries et de la redistribution des heures travaillées. Les contributions des trois grands groupes d'industries sont résumées à la figure 4. L'accélération de la croissance de la productivité agrégée du travail au Canada durant la seconde moitié des années 1990 était attribuable principalement aux industries productrices de TI et, dans une moindre mesure, aux industries utilisatrices de TI et aux industries non utilisatrices de TI.

Figure 11

Contribution à la croissance de la productivité du travail agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1995-2000



Note : La productivité du travail se définit comme étant la valeur ajoutée par heure travaillée.

Aux États-Unis, l'accélération était principalement attribuable à une plus forte contribution des industries non utilisatrices de TI. Toutefois, la plus grande partie de cette contribution accrue représentait un redressement correspondant à la baisse survenue durant la première moitié des années 1990 par rapport aux années 1980. Contrairement à la contribution des industries non utilisatrices de TI, celle des industries productrices de TI et des industries utilisatrices de TI a augmenté durant ces trois périodes dans les deux pays.

La contribution de chacune des 34 industries est présentée aux figures 9 à 11 ci-dessus. Dans les années 80, les cinq industries qui ont contribué le plus à la croissance de la productivité agrégée du travail au Canada étaient celles du commerce de gros; du transport; des communications; de l'exploitation minière non énergétique; et des véhicules automobiles. Vers la fin des années 1990, les industries

contribuant le plus étaient celles des finances, des assurances et de l'immobilier; du commerce de détail; des communications; de l'agriculture; et des autres services. L'industrie des services de santé a été la plus lente au cours des périodes étudiées. Le tableau est un peu différent aux États-Unis où les industries qui ont contribué le plus à la reprise de la productivité étaient celles du matériel électronique et de communication; des ordinateurs; des finances, des assurances et de l'immobilier; du commerce de détail; et du commerce de gros.

Sources de la croissance de la productivité multifactorielle agrégée

La croissance de la productivité multifactorielle agrégée s'est accélérée dans les deux pays durant la seconde moitié des années 1990. Au Canada, elle est passée de 0,5 p. 100 par an entre 1988 et 1995 à 1,1 p. 100 entre 1995 et 2000. Aux États-Unis, elle est passée de 0,1 p. 100 à 0,8 p. 100 durant la même période[24].

Examinons maintenant la contribution des différentes industries à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée. Selon la méthode de pondération de Domar, reproduite dans l'équation (12), la contribution de chaque industrie est calculée comme étant le produit de la croissance de sa productivité multifactorielle et du coefficient de pondération de Domar. Les coefficients de pondération de Domar, essentiellement la production brute d'une industrie divisée par le produit intérieur brut agrégé, sont présentés au tableau 20. Les industries dont les coefficients de pondération de Domar sont les plus élevés sont les finances, les assurances et l'immobilier; les autres services; la construction; et les véhicules automobiles. À la figure 5, nous résumons les contributions des trois groupes d'industries, tandis qu'aux figures 12 à 14, nous présentons les contributions des 34 industries.

Au Canada, la croissance de la productivité multifactorielle agrégée durant la seconde moitié des années 1990 était attribuable principalement aux industries utilisatrices de TI et aux industries non utilisatrices de TI (76,6 p. 100), tandis qu'aux États-Unis les industries productrices de TI ont contribué pour 0,6 point de pourcentage au taux de croissance de 0,8 p. 100. La contribution plus importante des industries utilisatrices de TI et des industries non utilisatrices de TI au Canada est attribuable à leurs coefficients de pondération de Domar plus élevés et non à un taux de croissance plus rapide[25]. En revanche, le faible coefficient de pondération de Domar de 0,08 des industries productrices de TI, multiplié par leur taux de croissance de la productivité multifactorielle élevé (2,9 p. 100 par an en moyenne), explique leur très modeste contribution.

Tableau 20

Coefficients de pondération de Domar dans les industries au Canada et aux États-Unis, 1982-2000

	Canada				États-Unis			
Industrie	**1982**	**1988**	**1995**	**2000**	**1982**	**1988**	**1995**	**2000**
1 Agriculture	0,094	0,067	0,065	0,054	0,093	0,057	0,051	0,057
2 Exploitation minière non énergétique	0,048	0,041	0,033	0,027	0,047	0,005	0,005	0,028
3 Extraction du charbon	0,004	0,004	0,003	0,002	0,004	0,007	0,004	0,002
4 Pétrole brut	0,074	0,046	0,046	0,053	0,076	0,031	0,020	0,054
5 Construction	0,237	0,212	0,173	0,156	0,232	0,151	0,122	0,166
6 Bois et meubles	0,059	0,067	0,075	0,076	0,058	0,030	0,029	0,080
7 Produits non métalliques	0,018	0,019	0,013	0,013	0,018	0,016	0,013	0,014
8 Première transformation des métaux	0,064	0,061	0,056	0,049	0,063	0,034	0,030	0,052
9 Fabrication de produits métalliques	0,044	0,039	0,031	0,034	0,043	0,039	0,034	0,036
10 Machines	0,032	0,028	0,031	0,031	0,031	0,041	0,042	0,032
11 Ordinateurs	0,006	0,007	0,011	0,007	0,005	0,018	0,017	0,008
12 Matériel électrique	0,024	0,021	0,015	0,014	0,024	0,023	0,021	0,015
13 Matériel électronique	0,012	0,016	0,023	0,033	0,012	0,022	0,028	0,035
14 Véhicules automobiles	0,077	0,100	0,134	0,161	0,075	0,053	0,054	0,175
15 Autre matériel de transport	0,020	0,018	0,021	0,027	0,020	0,034	0,025	0,028
16 Fabrication diverse	0,018	0,016	0,015	0,015	0,018	0,036	0,033	0,016
17 Aliments et tabac	0,134	0,110	0,102	0,091	0,131	0,088	0,079	0,097
18 Textiles	0,041	0,035	0,026	0,022	0,040	0,034	0,028	0,023
19 Papier et produits connexes	0,058	0,059	0,058	0,045	0,057	0,029	0,027	0,048
20 Imprimerie	0,027	0,029	0,027	0,026	0,026	0,036	0,031	0,028

Tableau 20 (suite)

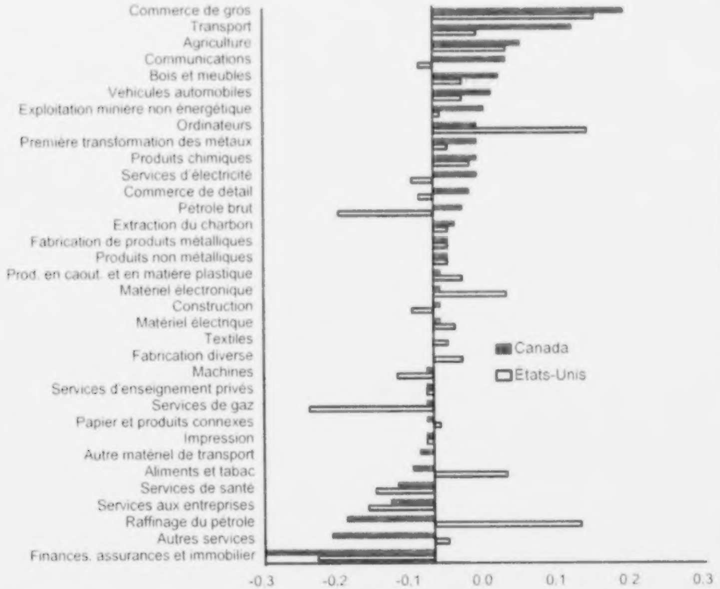
Coefficients de pondération de Domar dans les industries au Canada et aux États-Unis, 1982-2000

	Canada				États-Unis			
Industrie	**1982**	**1988**	**1995**	**2000**	**1982**	**1988**	**1995**	**2000**
21 Produits chimiques	0,058	0,054	0,054	0,044	0,056	0,061	0,059	0,047
22 Raffinage du pétrole	0,096	0,036	0,032	0,029	0,093	0,034	0,026	0,032
23 Caoutchouc et plastiques	0,019	0,020	0,022	0,023	0,018	0,023	0,024	0,024
24 Transport	0,123	0,115	0,113	0,112	0,121	0,076	0,076	0,117
25 Communications	0,038	0,039	0,044	0,042	0,038	0,048	0,048	0,043
26 Services d'électricité	0,041	0,044	0,050	0,042	0,042	0,041	0,036	0,042
27 Services de gaz	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,022	0,014	0,005
28 Commerce de gros	0,087	0,099	0,107	0,114	0,086	0,106	0,107	0,119
29 Commerce de détail	0,114	0,118	0,113	0,116	0,112	0,155	0,148	0,121
30 Finances, assurances et immobilier	0,177	0,204	0,229	0,235	0,176	0,229	0,241	0,244
31 Services aux entreprises	0,060	0,072	0,093	0,127	0,059	0,075	0,093	0,133
32 Services de santé	0,031	0,037	0,044	0,043	0,030	0,180	0,213	0,045
33 Services d'enseignement privés	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,015	0,016	0,004
34 Autres services	0,119	0,124	0,135	0,142	0,117	0,079	0,087	0,149
Groupe d'industries								
Industries productrices de TI	0,056	0,062	0,078	0,082	0,088	0,088	0,092	0,105
Industries utilisatrices de TI	0,559	0,607	0,651	0,706	0,706	0,735	0,740	0,772
Industries non utilisatrices de TI	1,448	1,300	1,274	1,227	1,298	1,105	1,049	1,002
Total	2,062	1,968	2,003	2,014	2,092	1,929	1,882	1,879

Note : Industries productrices de TI : matériel informatique et électronique (y compris de communication), et communications (services).
Industries utilisatrices de TI : machines; matériel électrique; imprimerie et édition; autre matériel de transport; fabrication diverse; commerce de gros; commerce de détail; finances, assurances et immobilier; et services aux entreprises. Les industries qui restent sont les industries non utilisatrices de TI.

Figure 12

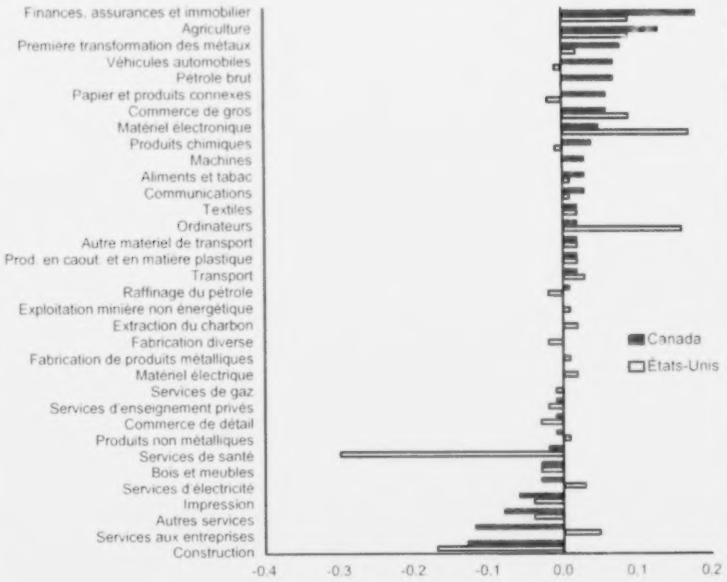
Contribution à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1981-1988



Dans le cas des États-Unis, cependant, la contribution plus importante des industries productrices de TI était attribuable à une croissance extraordinaire de la productivité multifactorielle (5,9 p. 100 par an en moyenne). Dans les industries utilisatrices de TI comme dans les industries non utilisatrices de TI, la croissance de la productivité multifactorielle a atteint à peine 0,1 p. 100.

Figure 13

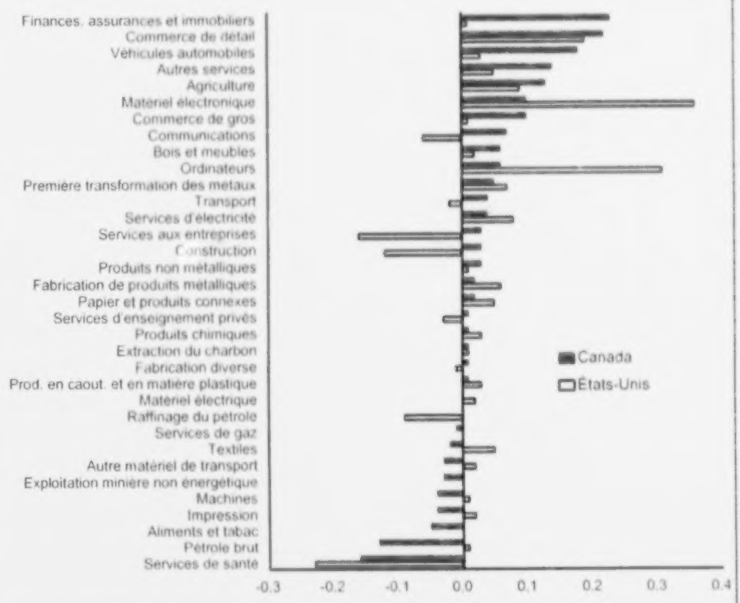
Contribution à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1988-1995



Selon les données détaillées des figures 12 à 14, les industries qui ont contribué le plus à la croissance de la productivité multifactorielle des entreprises au Canada durant les années 80 étaient celles du commerce de gros; des transports; de l'agriculture; des communications; et du bois et des meubles. Durant la seconde moitié des années 1990, ces industries étaient celles des finances, des assurances et de l'immobilier; du commerce de détail; des véhicules automobiles; des autres services; et de l'agriculture. En revanche, les industries qui ont contribué le plus à la reprise de la croissance de la productivité multifactorielle aux États-Unis étaient celles du matériel électronique et de communication; des ordinateurs; du commerce de détail; de l'agriculture; et des services d'électricité.

Figure 14

Contribution à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée selon l'industrie au Canada et aux États-Unis, 1995-2000



Conclusion

DANS LA PRÉSENTE ÉTUDE, notre objectif premier était d'analyser en profondeur les sources de la croissance de la production et de la productivité du travail dans les industries au Canada et aux États-Unis, à l'aide de données comparables, nouvellement élaborées, portant sur 34 industries dans les deux pays. Nous avons examiné notamment le rôle des technologies de l'information et des communications et celui du capital humain dans la croissance de la productivité du travail, particulièrement lors de l'accélération de cette croissance durant la seconde moitié des années 1990.

Nous tirons plusieurs conclusions importantes de nos observations empiriques. Les industries du matériel informatique et du matériel électronique ont enregistré une très forte croissance de la production, de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle dans les deux pays au cours des 20 dernières années. Au Canada et aux États-Unis, plus des trois quarts de la croissance de la production et de la productivité du travail dans ces industries étaient imputables à la croissance de la productivité multifactorielle et des intrants intermédiaires.

L'accélération de la croissance de la valeur ajoutée réelle aux États-Unis durant la seconde moitié des années 1990 est attribuable, dans une large mesure, à l'accumulation de capital de TI et à l'utilisation accrue de main-d'œuvre ayant une formation universitaire. Au Canada, par contre, la reprise de la croissance de la valeur ajoutée dans le secteur des entreprises est attribuable à l'accumulation de capital non lié aux TI et à l'utilisation accrue de main-d'œuvre sans formation universitaire. La croissance de la valeur ajoutée aux États-Unis durant la seconde moitié des années 1990 s'est concentrée davantage dans les industries productrices de TI, tandis qu'au Canada, les trois grands groupes d'industries ont tous contribué à la reprise de la croissance.

Le capital de TI a été le moteur de la reprise de la croissance de la productivité du travail aux États-unis, où il a eu des répercussions importantes sur de nombreuses industries. Par contre, le capital de TI n'a contribué que faiblement à la reprise de la croissance de la productivité au Canada. Près de 70 p. 100 de la croissance de la productivité du travail aux États-Unis au cours de la seconde moitié des années 1990 était attribuable aux industries productrices de TI et aux industries utilisatrices de TI. En revanche, seulement environ 60 p. 100 de la croissance de la productivité dans le secteur des entreprises au Canada était attribuable à ces industries. En outre, la contribution des industries productrices de TI au Canada était sensiblement plus faible qu'aux États-Unis.

Notes

1 Au Canada, la part des heures travaillées par des travailleurs ayant au moins un diplôme universitaire est passée de 11 p. 100 en 1990 à 16 p. 100 en 2000. Aux États-Unis, elle est passée de 24 p. 100 à 27 p. 100.

2 Voir Harchaoui et coll. (2002), Rao et Tang (2001), Crawford (2002) et Robidoux et Wong (2003) pour le Canada, et Jorgenson, Ho et Stiroh (2002) et Stiroh (2002) pour les États-Unis.

3 Dans de nombreuses études antérieures renfermant des comparaisons entre le Canada et les États-Unis, par exemple Gu et Ho (2000) et Rao et Tang (2001), ces industries sont combinées avec l'une des trois industries suivantes : machines, matériel électrique et services.

4 Aux fins de l'analyse, nous avons regroupé ici les services de communication et les industries productrices de TI, ce qui est conforme à la définition de l'OCDE.

5 Dans ce volume, les articles de Harchaoui, Tarkhani et Khanam (2004) et de Gu et Wang (2004) portent sur les industries canadiennes aux niveaux agrégé et détaillé, respectivement.

6 Il y a eu plusieurs faits nouveaux importants depuis ces études. Premièrement, les achats de logiciels sont maintenant traités comme des investissements, c'est-à-dire comme une demande finale plutôt que comme des intrants intermédiaires dans l'ancien système. Le nouveau traitement augmente sensiblement le niveau et le taux de croissance de la production et du stock de capital. Deuxièmement, l'étude antérieure ne porte que sur la période 1961-1995, soit avant la reprise spectaculaire de la croissance durant la seconde moitié des années 1990, saisie ici.

7 Nous définissons la production brute dans l'unité la plus naturelle, la production de toutes les entreprises de l'industrie. Ce concept diffère de celui de la production sectorielle utilisé par le U.S. Bureau of Labor Statistics dans ses estimations de la productivité, dont les transactions intra-industries (les éléments diagonaux de la matrice des entrées-sorties) sont exclues. Statistique Canada produit des estimations basées sur le concept de la production brute, de la valeur ajoutée et de la production sectorielle.

8 Comme de nombreux chercheurs l'ont noté, ce terme de croissance de la PMF est un résidu qui saisit divers autres facteurs, dont les économies d'échelle, les intrants non pris en compte (comme les compétences en gestion et la structure organisationnelle) et les erreurs de mesure (de la production et des intrants).

9 Si, dans l'équation (3), nous utilisons seulement la main-d'œuvre totale au lieu de répartir les travailleurs entre ceux qui ont une formation universitaire et ceux qui n'en n'ont pas, alors $l_i = L_i / H_i$ est simplement l'indice du changement de la composition (ou indice de qualité de la main-d'œuvre, selon la terminologie de Jorgenson). En d'autres termes, la variation de la productivité du travail est la somme de la variation de la productivité multifactorielle, de l'intensification des intrants et du changement de la qualité de la main-d'œuvre. Ici, l_i^{BA} et l_i^{NBA} représentent la combinaison des changements dans la composition des heures travaillées par les travailleurs ayant une formation universitaire, la composition des heures travaillées par les travailleurs sans formation universitaire et la redistribution des heures travaillées entre les deux groupes.

10 La quantité d'intrants intermédiaires est calculée sous forme d'indice translogarithmique des trois composantes.

11 Dans les estimations officielles de Statistique Canada, le sexe n'est pas utilisé pour établir des strates de classification distinctes; par conséquent, les estimations produites ici diffèrent de celles de Gu et coll. (2003). Nous avons classé ici les travailleurs selon le sexe par souci de compatibilité avec la base de données de Jorgenson.

12 Nous ne prenons en considération ici que le secteur des entreprises privées dans nos 34 industries. Contrairement à Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), nous n'incluons pas le secteur de l'administration publique et le secteur des ménages.

13 Contrairement à Jorgenson, Gollop et Fraumeni (1987), qui définissent la valeur agrégée V comme étant une simple somme linéaire des V_i.

14 Ce traitement diffère de celui de Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), où les intrants agrégés sont construits en faisant abstraction de la dimension des industries. Cette approche produit un effet de redistribution dans la décomposition de la productivité multifactorielle agrégée. Notre traitement dans l'équation (9) est dicté par le fait que nous ne disposions pas de données détaillées sur le capital par catégorie d'actif. Statistique Canada nous a fourni les séries de données sur l'intrant capital, K_{it}, déjà agrégées pour l'ensemble des catégories d'actif.

15 Le niveau P comprend 123 industries. Les logements occupés par leur propriétaire (P116) sont exclus de notre étude, mais ils sont inclus dans le chapitre de Harchaoui, Tarkhani et Khanam. Il convient de souligner que les données sont fondées sur les tableaux d'entrées-sorties finals jusqu'en 1997 produits à partir de la Classification type des industries (CTI) et sur une série de tableaux pour la période 1997-2000 produits expressément pour ce projet à partir de la CTI (les tableaux officiels pour la seconde période ont été produits seulement sur la base du nouveau système de classification SCIAN).

16 En 2000, l'investissement dans les TI au Canada représentait 34 milliards $CAN aux prix courants, soit 37 p. 100 de l'investissement global en machines et matériel, comparativement à moins de 6 milliards $CAN ou 19 p. 100 de l'investissement global en machines et matériel en 1981. Des changements similaires se sont produits aux États-Unis. En 2000, l'investissement dans les TI représentait 424 milliards $US en dollars courants, comparativement à 62 milliards $US en 1981. La part correspondante de l'investissement global en machines et matériel est passée de 21 p. 100 en 1981 à 39 p. 100 en 2000.

17 Par exemple, la chute des prix des ordinateurs dans les pays d'Europe au début des années 1990 variait de 10 à 47 p. 100 (Triplett, 2001, p. 4).

18 Pour appliquer la méthode de concordance des modèles, l'organisme de statistique sélectionne un échantillon de produits (modèles) d'un type donné. Il recueille les prix durant la période initiale de chacun des produits sélectionnés. Il recueille ensuite les prix des mêmes produits durant la seconde période. L'indice des prix est établi en rapprochant le prix de la seconde période au prix initial, observation par observation, ou « modèle par modèle » (pour plus de détails, voir Triplett). Selon la méthode de régression hédonique, on procède à la régression des prix d'un produit sur une série de caractéristiques qui influent sur leur qualité. Par exemple, les caractéristiques d'un ordinateur comprennent la vitesse, souvent mesurée en millions d'instructions par seconde, et la taille de la mémoire, souvent mesurée en mégaoctets, entre autres caractéristiques et spécifications techniques. L'indice des prix à qualité constante est la variation des prix d'une année à l'autre après correction pour tenir compte des effets des caractéristiques. Contrairement à la méthode de concordance des modèles, la méthode de régression hédonique utilise toutes les observations recueillies à toutes les périodes, y compris celles qui ont disparu ou qui étaient nouvelles. La méthode de régression hédonique est répandue et utilisée par les organismes de statistique dans le monde entier pour estimer les indices de prix des produits de TI. Néanmoins, on critique son absence de fondement théorique et notamment ses formes fonctionnelles, son manque de transparence et sa subjectivité dans la sélection des quantités de caractéristiques.

19 Ces taux de dépréciation ont été utilisés pour produire les estimations officielles de la productivité multifactorielle dans le secteur des entreprises au Canada.

20 Il convient de souligner, toutefois, que la classification selon le niveau de scolarité n'est pas tout à fait uniforme dans le temps pour les deux pays. La classification selon le niveau de scolarité dans l'Enquête sur la population active a été modifiée en 1990 au Canada (Gu et Maynard, 2001). Elle a été modifiée de façon similaire aux États-Unis dans le *Current Population Survey* en 1992 et dans le *Census of Population* en 1990 (Jorgenson, Ho et Stiroh, 2002).

21 Nous rappelons aux lecteurs qu'il faut lire les tableaux de la manière suivante : la colonne de la production brute montre les taux de croissance, les cinq colonnes de contribution des divers intrants indiquent les taux de croissance multipliés par les coefficients de pondération correspondant aux parts, et la colonne de la productivité multifactorielle fait voir les taux de croissance.

22 La production d'un groupe est obtenue en agrégeant la production des diverses industries du groupe à l'aide d'un indice translog. Les intrants sont agrégés de la même manière.

23 La méthode descendante est l'agrégation à partir du niveau de l'industrie. Cette méthode est à l'opposée de la méthode descendance qui correspond à l'agrégation directe au niveau des biens et services sans dimension propre à l'industrie. Statistique Canada produit des estimations selon l'une et l'autre méthode.

24 L'estimation de la productivité multifactorielle agrégée de 1,1 durant la seconde moitié des années 1990 pour le Canada correspondait à l'estimation officielle (tableau 383-0001 de CANSIM). L'estimation de 0,8 pour les États-Unis est similaire à l'estimation du *secteur privé* obtenue dans Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), bien que la couverture dans ce dernier cas soit plus étendue. Elle est inférieure à l'estimation officielle de 1,3 du U.S. Bureau of Labor Statistics (communiqué du BLS du 8 avril 2003). La mesure de la production et des intrants capital et travail du BLS diffère de la nôtre (pour un exposé de la méthode du BLS, voir http://www.bls.gov/news.release/prod3.tn.htm). Toutefois, comme nous l'avons signalé à la section intitulée *Problèmes liés aux données et aux mesures*, les taux relatifs de croissance de la productivité multifactorielle dans les deux pays ne doivent pas servir d'indicateurs, étant donné que la façon de mesurer la variation des services du capital dans l'un et l'autre pays diffère à plusieurs égards. Cependant, les mesures utilisées ici sont utiles pour voir si les tendances évoluent de la même façon dans les deux pays.

25 Il est intéressant de noter que les industries productrices de TI et les industries utilisatrices de TI ont en moyenne des coefficients de pondération de Domar plus élevés aux États-Unis qu'au Canada, ce qui indique que ces industries utilisent plus intensément les intrants intermédiaires aux États-Unis qu'au Canada. En revanche, les industries non utilisatrices de TI utilisent généralement plus d'intrants intermédiaires au Canada qu'aux États-Unis.

Remerciements

NOUS TENONS À REMERCIER Dale W. Jorgenson des conseils précieux qu'il nous a prodigués tout au long du projet. Nous sommes reconnaissants à Renée St-Jacques de son soutien et de son encouragement ainsi qu'à Michael Denny, Erwin Diewert, Pierre Duguay, Tarek Harchaoui, Alice Nakamura et Andrew Sharpe pour leurs commentaires et suggestions utiles. Nous avons apprécié l'aide de Joanne Fleming à l'étape de la révision de l'ébauche du document. Nous remercions aussi John Baldwin et les membres de son équipe à Statistique Canada qui ont mis à notre disposition les installations de travail et les données nécessaires aux fins du projet. Wulong Gu a fourni les données sur le travail au Canada. Les comptes des États-Unis ont été produits avec la collaboration de Kevin Stiroh et Jon Samuels. Les opinions exprimées dans ce texte sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles d'Industrie Canada.

Bibliographie

Bureau of Economic Analysis (BEA). « Computer Prices in the National Income and Product Accounts », U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis (National Income and Wealth Division, Investment Branch), 2001a.

——. « National Income and Product Accounts: Second Quarter 2001 GDP (advance) and Revised Estimates for 1998 Through First Quarter 2001 », U.S. Department of Commerce, 27 juillet 2001b.

Bureau of Labor Statistics. *News Release*. Washington, D.C., U.S. Department of Labor, 8 avril 2003.

Christensen, L.R., et D.W. Jorgenson. « The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-67 », *Review of Income and Wealth*, vol. 4 (1969), p. 293-320.

Crawford, A. « Tendances de la croissance de la productivité au Canada », *Revue de la Banque du Canada* (printemps 2002), p. 19-32.

Domar, E. « On the Measurement of Technological Change », *Economic Journal*, vol. 71 (1961), p. 709-729.

Doms, M., et C. Forman. « Prices for Local Area Network Equipment. » Board of Governors of the Federal Reserve and Kellogg Graduate School of Management. Université Northwestern, 2001. Manuscrit.

Eldridge, L.P., et M.K. Sherwood. « A Perspective on the U.S.-Canada Manufacturing Productivity Gap », *Monthly Labor Review*, vol. 124 (février 2001), p. 31-48.

Fraumeni, B. « The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Product Accounts », *Survey of Current Business*, juillet 1997.

Gellatly, G., M. Tanguay et B. Yan. « Une méthode alternative d'estimation de la dépréciation économique : nouveaux résultats obtenus au moyen d'un modèle de survie », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.B. Baldwin et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, nº 15-204 au catalogue, 2003.

Gu, W., et M.S. Ho. « A Comparison of Industrial Productivity Growth in Canada and the United States », *American Economic Review*, vol. 90, nº 2 (mai 2000), p. 172-175.

Gu, W., et J.-P. Maynard. « Évolution de la composition de la main-d'œuvre au Canada, 1961-1995 », dans *La productivité au niveau de l'industrie et la compétitivité internationale au Canada et aux États-Unis*, publié sous la direction de D.W. Jorgenson et F.C. Lee, Ottawa, Industrie Canada, 2001. Monographie de recherche.

Gu, W., et W. Wang. « TI et croissance de la productivité : données recueillies auprès des industries canadiennes », dans *La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information*, publié sous la direction de D.W. Jorgenson, Ottawa, Industrie Canada, 2004. Monographie de recherche; chapitre 3 du présent volume.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard et M. Sillamaa. « Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité », dans *Croissance de la productivité au Canada - 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin. et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, n° 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M., et F. Tarkhani. « Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le Programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada », dans *Croissance de la productivité au Canada – 2002*, publié sous la direction de J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui, Statistique Canada, n° 15-204-XPF au catalogue, 2003.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani et B. Khanam. « Technologie de l'information et croissance de l'économie du secteur privé au Canada et aux États-Unis », dans *La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information*, publié sous la direction de D.W. Jorgenson, Ottawa, Industrie Canada. Monographie de recherche, chapitre 2 dans ce volume, 2004.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani, C. Jackson et P. Armstrong. « Information Technology and Economic Growth in Canada and the U.S. » *Monthly Labor Review*, vol. 125, n° 10, octobre 2002.

Jackson, C. « Capitalisation des logiciels dans les comptes nationaux », *Comptes nationaux*, Statistique Canada, 2001.

Jorgenson, D.W., et Z. Griliches. « The Explanation of Productivity Change », dans *Postwar U.S. Economic Growth*, publié sous la direction de D.W. Jorgenson, MIT Press, 1995, p. 51-98.

Jorgenson, D.W., et F.C. Lee, dir. *La productivité au niveau de l'industrie et la compétitivité internationale au Canada et aux États-Unis*, Ottawa, Industrie Canada. Monographie de recherche, 2001.

Jorgenson, D.W., F. Gollop et B. Fraumeni. *Productivity and U.S. Economic Growth*, MIT Press, 1987, p. 1-23.

Jorgenson, D.W., et K. Stiroh. « Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1, 2000, p. 125-235.

Jorgenson, D.W., et K.-Y. Yun. *Lifting the Burden: Tax Reform, the Cost of Capital, and U.S. Economic Growth*, MIT Press, 2001.

Jorgenson, D.W., M.S. Ho et K.J. Stiroh. « U.S. High-Tech Investment and the Pervasive Slowdown in the Growth of Capital Services », 1999. Manuscrit.

——. « Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education », Université Harvard, 2002. Document de recherche.

Lee, F.C., et J. Tang. « Productivity Levels and International Competitiveness Between Canadian and U.S. Industries », *American Economic Review*, vol. 90, nº 2 (mai 2000), p. 176-179.

McKinsey Global Institute. *U.S. Productivity Growth 1995-2000: Understanding the Contribution of Information Technology Relative to Other Factors*, Washington, (D.C.), octobre 2001.

Oliner, S.D., et D.E. Sichel. « The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, nº 4 (automne 2000), p. 3-22.

Rao, S., A. Sharpe et J. Tang. « Productivity Growth in Service Industries: A Canadian Success Story? », article présenté lors de la rencontre d'Industrie Canada sur les industries de services et l'économie du savoir, Winnipeg, Manitoba, 16-18 octobre 2003.

Rao, S., et J. Tang. « La contribution des TIC à la croissance de la productivité au Canada et aux États-Unis dans les années 90 », *Observateur international de la productivité*, vol. 3 (automne 2001), p. 3-18.

Rao, S., J. Tang et W. Wang. « L'importance de la qualification pour l'innovation et la productivité », *Observateur international de la productivité*, vol. 4 (printemps 2002), p. 16-28.

Robidoux, B., et B.-S. Wong. « La croissance tendancielle de la productivité a-t-elle augmenté au Canada?" *Observateur international de la productivité*, vol. 6 (printemps 2003), p. 52-61.

Stiroh, K.J. « Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?" *American Economic Review*, vol. 92, nº 5 (décembre 2002), p. 1559-1576.

Triplett, J. *Handbook on Quality Adjustment of Price Indexes For Information and Communication Technology Products*. Paris, OCDE, 2001. DSTI/EAS/IND/SWP(2001)12.

Van Ark, B., R. Inklaar et R.H. McGuckin. « La contribution des industries productrices des TIC et des industries utilisatrices des TIC à la croissance de la productivité : comparaison entre le Canada, l'Europe et les États-Unis », *Observateur international de la productivité*, vol. 6 (printemps 2003), p. 62-70.

Appendice A

Mesure de l'intrant capital et de l'intrant travail

L'ÉLABORATION DE L'INTRANT CAPITAL ET DE L'INTRANT TRAVAIL est plus complexe que celle de la production brute et des intrants intermédiaires. Nous donnons ci-dessous des éléments d'explication qui permettront de mieux comprendre les résultats présentés dans l'étude. Voyons d'abord l'intrant capital.

Intrant capital

À l'aide de données sur l'investissement, nous calculons le stock de capital de la catégorie d'actif *j*, dans l'industrie *i*, avec la méthode de l'inventaire permanent,

$$\text{(A1)} \qquad Z_{i,j,t} - Z_{i,j,t-1} = I_{i,j,t} - \delta_j Z_{i,j,t-1},$$

où $Z_{i,j,t}$ et $I_{i,j,t}$ représentent le stock de capital et l'investissement nouveau dans la catégorie d'actif *j*, dans l'industrie *i*, dans l'année *t*. δ_j représente le taux de dépréciation de la catégorie d'actif *j*, qui reflète le taux de perte d'efficacité du stock de capital. Nous supposons que le taux de dépréciation d'une catégorie d'actif est constant dans le temps et identique pour toutes les industries.

Nous agrégeons ensuite les stocks de capital des différentes catégories d'actif en un intrant capital de manière à tenir compte de la différence de qualité ou de productivité marginale de ces biens. Pour examiner l'importance relative du capital de TI et du capital non lié aux TI, nous répartissons les éléments d'actif en deux groupes. Le groupe des TI inclut le matériel informatique, les logiciels et le matériel de communication, tandis que le groupe non lié aux TI comprend les autres machines et matériel, les structures, les stocks et les terrains.

Pour quantifier l'effet de la substitution entre différents types d'intrants de capital dans notre cadre conceptuel, nous supposons que l'intrant capital ou le service du capital pour chaque catégorie d'actif est proportionnel au stock de capital, c'est-à-dire que le service du capital pour chaque catégorie d'actif est le même à toutes les périodes. Dans le cadre de cette hypothèse, l'indice quantitatif de l'intrant capital de TI est défini comme étant un agrégat translog des différents types de stocks de capital de TI :

$$\text{(A2)} \qquad \Delta \ln K_i^{IT} = \sum_{m \in IT} \bar{v}_{IT,i,m} \Delta \ln Z_{i,m},$$

où $\bar{v}_{IT,t,m}$ est la part moyenne, sur deux périodes, du revenu du capital de la catégorie d'actif de TI m dans le revenu total du capital de TI, et $\sum_{m\in IT} \bar{v}_{IT,t,m} = 1$.

De même, l'indice quantitatif de l'intrant capital non lié aux TI est défini comme étant un agrégat translog des différents types de stocks de capital non lié aux TI :

$$\text{(A3)} \qquad \Delta \ln K_t^{NIT} = \sum_{m\in NIT} \bar{v}_{NIT,t,m} \Delta \ln Z_{t,m} ,$$

où $\bar{v}_{NIT,t,m}$ est la part moyenne, sur deux périodes, du revenu du capital de la catégorie d'actif non lié aux TI m dans le revenu total du capital non lié aux TI, et $\sum_{m\in NIT} \bar{v}_{NIT,t,m} = 1$.

Nous estimons le revenu du capital pour chaque catégorie d'actif en multipliant son prix de location par son stock de capital. Nous estimons les prix de location à l'aide de la formule familière du coût d'utilisation du capital élaborée initialement par Christensen et Jorgenson (1969) et employée récemment par Jorgenson et Stiroh (2000) et Jorgenson et Yun (2001). Le coût d'utilisation d'une catégorie d'actif dans chaque industrie tient compte des crédits d'impôt à l'investissement, des provisions pour amortissement, du taux d'imposition prévu par la loi, de l'impôt foncier, du financement par emprunts et par capitaux propres, et de l'impôt des particuliers. Nos estimations supposent que le taux de rendement réel ex-post de chaque catégorie d'actif est égal pour toutes les catégories dans chaque industrie. Pour plus de détails sur l'estimation et les paramètres fiscaux, voir Jorgenson et Yun (2001) et Jorgenson, Ho et Stiroh (2002) pour les États-Unis et Harchaoui et Tarkhani (2003) pour le Canada.

Intrant travail

La méthode d'estimation des intrants travail employée dans la présente étude a été élaborée par Jorgenson et Griliches (1995) et utilisée dans de nombreuses études des sources de la croissance économique ou de la productivité.

Pour saisir l'effet d'une main-d'œuvre ayant différents niveaux de scolarité sur la croissance de la productivité du travail dans cette étude, nous divisons l'intrant travail entre les travailleurs ayant une formation universitaire et les travailleurs sans formation universitaire. Pour quantifier l'effet de la substitution entre

différents types d'intrants travail dans notre cadre conceptuel, nous supposons que l'intrant travail ou le service du travail pour chaque type d'intrant est le même à toutes les périodes. Dans le cadre de cette hypothèse, nous estimons les intrants travail à partir des heures travaillées et de la rémunération du travail pour chaque catégorie de travailleurs. L'indice quantitatif de l'intrant travail correspondant aux travailleurs ayant une formation universitaire est défini comme étant un agrégat translog des différents types d'heures travaillées :

$$\text{(A4)} \qquad \Delta \ln L_i^{BA} = \sum_{m \in BA} \overline{v}_{BA,i,m} \Delta \ln H_{i,m} \,,$$

où $\overline{v}_{BA,i,m}$ est la part moyenne, sur les deux périodes, de la rémunération des heures de travail de type m des travailleurs ayant une formation universitaire dans la rémunération totale de toutes les heures de travail de ces travailleurs, et $\sum_{m \in BA} \overline{v}_{BA,i,m} = 1$.

De même, l'indice quantitatif de l'intrant travail correspondant aux travailleurs sans formation universitaire est défini comme étant un agrégat translog des différents types d'heures travaillées par ces travailleurs :

$$\text{(A5)} \qquad \Delta \ln L_i^{NBA} = \sum_{m \in NBA} \overline{v}_{NBA,i,m} \Delta \ln H_{i,m} \,,$$

où $\overline{v}_{NBA,i,m}$ est la part moyenne, sur les deux périodes, de la rémunération totale des heures de travail de type m des travailleurs sans formation universitaire dans la rémunération totale de toutes les heures de travail des travailleurs sans formation universitaire, et $\sum_{m \in NBA} \overline{v}_{NBA,i,m} = 1$.

Appendice B

Pratiques courantes d'estimation des indices de prix des TI au Canada et aux États-Unis

De nombreuses personnes ont remis en question l'exactitude des chiffres sur la productivité liés aux technologies de l'information. Plus particulièrement, elles estiment que les données américaines sur les TI intègrent une plus forte baisse des prix des TI que les données canadiennes. Par conséquent, la croissance de la production et de la productivité des industries productrices de TI semblera relativement plus faible et celle des industries utilisatrices de TI, relativement plus élevée, au Canada. Il importe donc d'exposer les méthodes utilisées au Canada et aux États-Unis. Dans cet appendice, nous décrivons les méthodologies appliquées par les organismes de statistique canadien et américain pour estimer les prix des ordinateurs, du matériel de télécommunication et des logiciels. Nous montrons que les méthodes servant à construire les indices de prix des TI au Canada et aux États-Unis sont assez similaires.

Jorgenson et son équipe de recherche ont élaboré une base de données aux fins de l'analyse de la productivité principalement à partir des données du U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA). Notre examen de la situation aux États-Unis sera donc axé sur les méthodes employées par le BEA. Le tableau B1 résume les méthodes utilisées pour estimer les prix des produits des TI dans les deux pays.

Tableau B1

Méthodes d'estimation des indices de prix des TI au Canada et aux États-Unis

Produits des TI	Pays	Méthodes
Ordinateurs	États-Unis	Méthode mixte d'estimation par régression hédonique et concordance des modèles; indice en chaîne de Fisher
	Canada	Méthode mixte d'estimation par régression hédonique et concordance des modèles; indice en chaîne de Fisher
Matériel de communication	États-Unis	Méthode mixte d'estimation par régression hédonique et concordance des modèles; indice en chaîne de Fisher
	Canada	Méthode d'estimation par concordance des modèles; indice en chaîne de Fisher
Logiciels	États-Unis	Méthode mixte d'estimation par régression hédonique et concordance des modèles; indice en chaîne de Fisher
	Canada	Méthodologie du BEA; indice en chaîne de Fisher

Ordinateurs

États-Unis

Les ordinateurs et périphériques comprennent, entre autres, les ordinateurs centraux, les ordinateurs personnels, les dispositifs de stockage, les dispositifs d'affichage et le matériel périphérique. Les indices des prix des ordinateurs, du BEA, reflètent quatre types d'indices détaillés des prix des ordinateurs corrigés pour la qualité : 1) l'indice composite des prix, du BEA; 2) l'indice des prix chaînés par concordance des modèles, du BEA; 3) l'indice des prix par régression, du BEA; et 4) l'indice des prix du BLS (BEA, 2001a).

- Les indices composites de prix du BEA sont utilisés pour la plupart des composantes de l'indice des prix des ordinateurs et périphériques pour la période 1972-1992. Dans l'indice composite, les prix observés et les prix imputés à partir d'une équation de régression sont utilisés pour construire un indice de prix. L'indice de prix composite combine les points forts des méthodes hédonique et de concordance des modèles. L'équation de régression ou la fonction hédonique est utilisée pour estimer le prix des caractéristiques (vitesse, mémoire, etc.).

- Les indices de prix chaînés par concordance des modèles, du BEA, sont utilisés pour construire les indices de prix des ordinateurs personnels pour certaines périodes, à compter de 1982.

- L'indice de prix par régression du BEA est utilisé pour estimer l'indice des prix des dérouleurs de bande pour la période 1972-1983. L'indice de prix par régression est construit à l'aide des coefficients des variables nominales pour les années dans une fonction hédonique qui relie les prix payés pour les dérouleurs de bande aux caractéristiques qualitatives comme la vitesse et la taille de la mémoire.

- Les indices de prix du BLS, dont les indices des prix à la production, les indices des prix internationaux et les indices des prix à la consommation, se reflètent généralement dans les indices des prix des ordinateurs et périphériques des NIPA à mesure qu'ils deviennent disponibles. Dans le cas des composantes de l'indice des prix des ordinateurs et périphériques des NIPA, estimées à partir de multiples indices des prix à la production, on utilise la formule de l'indice chaîné de Fisher pour combiner des indices de prix à la production plus détaillés. D'autres composantes sont estimées

directement à partir des indices des prix à la production ou des indices des prix internationaux du BLS.

Canada[1]

- L'indice des prix canadien englobe certains prix tirés de la série américaine et certains prix canadiens. À partir de 1981, le Canada a utilisé une moyenne pondérée des séries de prix du BEA pour les ordinateurs, les mémoires à accès direct, les lecteurs, les imprimantes et les dispositifs d'affichage, en utilisant des coefficients de pondération fondés sur les niveaux de production au Canada.
- L'indice des prix des dérouleurs de bande du BEA n'a pas été employé puisqu'il s'agit d'un produit fabriqué en petite quantité au Canada.
- Les séries du BEA ont été intégrées à l'indice des prix canadien jusqu'à la fin de 1992. Par la suite, les indices de prix des micro-ordinateurs et des imprimantes ont été fondés sur les prix recueillis au Canada et corrigés à l'aide d'une méthode hédonique. Les séries du BEA ont été rajustées pour tenir compte des variations du taux de change dans le but d'exprimer les indices en prix canadiens.

Matériel de télécommunication

États-Unis

Le matériel de télécommunication inclut le matériel de réseau local, notamment les routeurs, les commutateurs, les cartes RL et les concentrateurs.

L'indice des prix du BEA pour le matériel de télécommunication est fondé sur l'estimation du Federal Reserve Board (BEA, 2001b). Cette estimation repose sur une méthode mixte de régression hédonique et de concordance des modèles (Doms et Forman, 2001). Des régressions hédoniques ont été employées pour estimer les variations de prix pour les deux plus importantes catégories de matériel de RL, soit les routeurs et les commutateurs. On a procédé par concordance des modèles pour les cartes RL, tandis que les prix des concentrateurs ont été déduits en établissant une relation économique avec les commutateurs.

[1] Pour plus de détails, voir Eldridge et Sherwood (2001).

Canada

Matériel de commutation téléphonique

Le Canada produit une série de prix pour le matériel de commutation téléphonique, fondée sur les prix d'achat recueillis auprès de compagnies de téléphone canadiennes. On utilise la méthode de concordance des modèles.

Semi-conducteurs

Le Canada ne recueille pas les prix des semi-conducteurs, mais utilise plutôt les indices de prix du BLS pour plusieurs produits de l'industrie des semi-conducteurs aux fins de calculer par approximation des déflateurs pour les circuits intégrés et les semi-conducteurs et pièces connexes. Les indices des prix à la production des semi-conducteurs du BLS sont construits par la méthode de concordance des modèles. Les indices des prix à la production sont rajustés par Statistique Canada pour tenir compte des variations du taux de change.

Logiciels

Les logiciels sont subdivisés en trois catégories d'actif : logiciels de série, logiciels personnalisés et logiciels élaborés pour compte propre. Les indices de prix des différentes catégories de logiciels diffèrent.

États-Unis

L'indice des prix du BEA pour les logiciels de série comprend plusieurs parties : l'indice des prix du BEA pour les ordinateurs et périphériques dans le cas de l'investissement privé fixe (1981-1984); une moyenne de l'indice hédonique des prix du BEA et de l'indice des prix par concordance des modèles pour les tableurs et les systèmes de traitement de texte (1985-1993); l'indice des prix par concordance des modèles du BEA (corrigé pour supprimer les biais) pour certains logiciels de série (1994-1997); et l'indice des prix à la production du Bureau of Labor Statistics (BLS) (corrigé pour supprimer les biais) pour les logiciels d'application de série (à compter de 1988).

Canada

L'indice canadien des prix pour les logiciels de série est un indice des prix du BEA corrigé (Jackson, 2001). L'indice des prix du BEA corrigé correspond à la moyenne de l'indice des prix du BEA, pondérée par la part intérieure de l'offre sur le marché intérieur, et d'un indice des prix du BEA rajusté pour tenir compte du taux de change, pondéré par la part de l'offre sur le marché intérieur représentée par les importations. Dans le cas de l'indice des prix du BEA rajusté pour tenir compte du taux de change, on suppose que les prix intérieurs des logiciels importés reflètent intégralement les variations du taux de change.

L'indice des prix du BEA pour les logiciels élaborés pour compte propre tient compte de l'augmentation du prix médian d'un employé d'entreprise dans l'économie américaine, y compris le coût du salaire ainsi que toute rémunération additionnelle et les frais généraux (McKinsey Global Institute, 2001)[2].

L'indice canadien des prix des logiciels élaborés pour compte propre est aussi estimé en fonction de la masse salariale des programmeurs et des analystes de systèmes. Il s'agit d'une moyenne fixe pondérée d'un indice de la rémunération horaire moyenne des programmeurs et des analystes de systèmes et d'un indice du coût des intrants autres que le travail dans l'industrie des services informatiques. Les facteurs de pondération sont fixés à environ les deux tiers et le tiers, respectivement.

Pour le BEA comme pour le Canada, l'indice des prix des logiciels personnalisés est calculé comme étant la moyenne pondérée de la variation des indices de prix des logiciels de série et des logiciels élaborés pour compte propre. Les facteurs de pondération sont fixés au quart et aux trois quarts, respectivement.

Indices de prix des TI au Canada et aux États-Unis

Dans cette section, nous présentons les indices de prix des produits des TI utilisés par Statistique Canada et le BEA. Il convient de souligner que l'écart de prix entre les deux pays reflète non seulement la différence entre les méthodes utilisées mais aussi la différence dans le panier des produits.

---

[2] Implicitement, il suppose qu'il n'y a pas de gain de productivité pour les personnes qui développent des logiciels.

Tableau B2

Variation annuelle moyenne des prix des TI au Canada et aux États-Unis (en pourcentage)

	Ordinateurs		Matériel de communication		Logiciels	
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis
1981-1988	-17,70	-13,38	3,91	2,67	-1,23	0,88
1988-1995	-14,58	-12,15	-2,45	-0,39	-4,58	-1,54
1995-2000	-18,29	-25,23	-1,39	-2,96	-1,12	-0,86
1981-2000	-16,71	-16,04	0,17	0,06	-2,44	-0,47

Le tableau B2 montre les variations annuelles des prix des ordinateurs, du matériel de télécommunication et des logiciels au Canada et aux États-Unis. Ces prix sont des déflateurs implicites des prix pour l'investissement des entreprises dans ces matériels et logiciels de TI.

Pour la période allant de 1981 à 2000, les prix des ordinateurs et du matériel de télécommunication montrent des variations semblables au Canada et aux États-Unis, tandis que les prix des logiciels baissent plus rapidement au Canada qu'aux États-Unis. Dans l'un et l'autre pays, les prix des ordinateurs ont baissé d'environ 16 p. 100 par an sur la période 1981-2000, tandis que le prix du matériel de télécommunication est demeuré pratiquement inchangé. Les prix des logiciels ont diminué à un rythme annuel de 2,4 p. 100 au Canada, comparativement à 0,5 p. 100 aux États-Unis. Toutefois, la baisse des prix des ordinateurs a été plus lente au Canada qu'aux États-Unis durant la seconde moitié des années 1990. La différence est attribuable en partie à la dépréciation du dollar canadien par rapport au dollar américain.

Publications de recherche d'Industrie Canada

COLLECTION DOCUMENTS DE TRAVAIL

Nº 1 **L'intégration économique de l'Amérique du Nord : les tendances de l'investissement étranger direct et les 1 000 entreprises les plus grandes**, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment John Knubley, Marc Legault et P. Someshwar Rao, Industrie Canada, 1994.

Nº 2 **Les multinationales canadiennes : analyse de leurs activités et résultats**, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment P. Someshwar Rao, Marc Legault et Ashfaq Ahmad, Industrie Canada, 1994.

Nº 3 **Débordements transfrontaliers de R-D entre les industries du Canada et des États-Unis**, Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1994.

Nº 4 **L'impact économique des activités de fusion et d'acquisition sur les entreprises**, Gilles Mcdougall, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1995.

Nº 5 **La transition de l'université au monde du travail : analyse du cheminement de diplômés récents**, Ross Finnie, École d'administration publique, Université Carleton et Statistique Canada, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

Nº 6 **La mesure du coût d'observation lié aux dépenses fiscales : les stimulants à la recherche-développement**, Sally Gunz et Alan Macnaughton, Université de Waterloo, et Karen Wensley, Ernst & Young, Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

Nº 7 **Les structures de régie, la prise de décision et le rendement des entreprises en Amérique du Nord**, P. Someshwar Rao et Clifton R. Lee-Sing, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.

N° 8 **L'investissement étranger direct et l'intégration économique de la zone APEC**, Ashfaq Ahmad, P. Someshwar Rao et Colleen Barnes, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.

N° 9 **Les stratégies de mandat mondial des filiales canadiennes**, Julian Birkinshaw, Institute of International Business, Stockholm School of Economics, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

N° 10 **R-D et croissance de la productivité dans le secteur manufacturier et l'industrie du matériel de communications au Canada**, Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

N° 11 **Évolution à long terme de la convergence régionale au Canada**, Serge Coulombe, Département de sciences économiques, Université d'Ottawa, et Frank C. Lee, Industrie Canada, 1996.

N° 12 **Les répercussions de la technologie et des importations sur l'emploi et les salaires au Canada**, Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.

N° 13 **La formation d'alliances stratégiques dans les industries canadiennes : une analyse microéconomique**, Sunder Magun, Applied International Economics, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

N° 14 **Performance de l'emploi dans l'économie du savoir**, Surendra Gera, Industrie Canada, et Philippe Massé, Développement des ressources humaines Canada, 1996.

N° 15 **L'économie du savoir et l'évolution de la production industrielle**, Surendra Gera, Industrie Canada, et Kurt Mang, ministère des Finances, 1997.

N° 16 **Stratégies commerciales des PME et des grandes entreprises au Canada**, Gilles Mcdougall et David Swimmer, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1997.

N° 17 **Incidence sur l'économie mondiale des réformes en matière d'investissement étranger et de commerce mises en œuvre en Chine**, Winnie Lam, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1997.

N° 18 **Les disparités régionales au Canada : diagnostic, tendances et leçons pour la politique économique**, Serge Coulombe, Département de sciences économiques, Université d'Ottawa, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 19 **Retombées de la R-D entre industries et en provenance des États-Unis, production industrielle et croissance de la productivité au Canada,** Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 20 **Technologie de l'information et croissance de la productivité du travail : analyse empirique de la situation au Canada et aux États-Unis,** Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.

Nº 21 **Progrès technique incorporé au capital et ralentissement de la croissance de la productivité au Canada**, Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.

Nº 23 **La restructuration de l'industrie canadienne : analyse micro-économique,** Sunder Magun, Applied International Economics, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 24 **Les politiques du gouvernement canadien à l'égard de l'investissement étranger direct au Canada**, Steven Globerman, Université Simon Fraser et Université Western Washington, et Daniel Shapiro, Université Simon Fraser, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 25 **Une évaluation structuraliste des politiques technologiques – Pertinence du modèle schumpétérien**, Richard G. Lipsey et Kenneth Carlaw, Université Simon Fraser, avec la collaboration de Davit D. Akman, chercheur associé, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 26 **Commerce intrasociété des entreprises transnationales étrangères au Canada,** Richard A. Cameron, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.

Nº 27 **La hausse récente des demandes de brevets et la performance des principaux pays industrialisés sur le plan de l'innovation – Tendances et explications,** Mohammed Rafiquzzaman et Lori Whewell, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.

Nº 28 **Technologie et demande de compétences : une analyse au niveau de l'industrie**, Surendra Gera et Wulong Gu, Industrie Canada, et Zhengxi Lin, Statistique Canada, 1999.

Nº 29 **L'écart de productivité entre les entreprises canadiennes et américaines,** Frank C. Lee et Jianmin Tang, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1999.

Nº 30 **Investissement étranger direct et croissance de la productivité : l'expérience du Canada comme pays d'accueil**, Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1999.

Nº 31 **Les entreprises manufacturières sous contrôle canadien sont-elles moins productives que leurs concurrentes sous contrôle étranger?** Someshwar Rao et Jianmin Tang, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2000.

Nº 32 **Le paradoxe canado-américain de la croissance de la productivité**, Serge Coulombe, Département de sciences économiques, Université d'Ottawa, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 33 **Propension à la R-D et productivité dans les entreprises sous contrôle étranger au Canada**, Jianmin Tang et Someshwar Rao, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2001.

Nº 34 **Les répercussions sectorielles de l'application du Protocole de Kyoto**, Randall Wigle, Université Wilfrid Laurier, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2001.

Nº 35 **Répercussions économiques des politiques de réduction des émissions de carbone et de la structure du marché : analyse d'équilibre général dynamique dans une situation de concurrence imparfaite**, Yazid Dissou, Carolyn Mac Leod et Mokhtar Souissi, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2002.

Nº 36 **Investissement étranger direct et formation intérieure de capital**, Walid Hejazi et Peter Pauly, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2002.

Nº 37 **Infrastructure politique nationale et investissement étranger direct,** Steven Globerman, Université Western Washington, et Daniel Shapiro, Université Simon Fraser, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2002.

Nº 38 **Le lien entre l'innovation et la productivité dans les industries manufacturières canadiennes**, Wulong Gu, Statistique Canada, et Jianmin Tang, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2003.

Nº 39 **Perceptions de la concurrence et activités innovatrices : étude empirique des entreprises manufacturières canadiennes**, Jianmin Tang, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2003.

Nº 40 **Le commerce international, le commerce interprovincial et la croissance des provinces canadiennes**, Serge Coulombe, Département de sciences économiques, Université d'Ottawa, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2003.

COLLECTION DOCUMENTS DE DISCUSSION

Nº 1 **Les multinationales comme agents du changement : définition d'une nouvelle politique canadienne en matière d'investissement étranger direct**, Lorraine Eden, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1994.

Nº 2 **Le changement technologique et les institutions économiques internationales**, Sylvia Ostry, Centre for International Studies, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

Nº 3 **La régie des sociétés au Canada et les choix sur le plan des politiques**, Ronald J. Daniels, Faculté de droit, Université de Toronto, et Randall Morck, Faculté d'administration des affaires, Université de l'Alberta, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

Nº 4 **L'investissement étranger direct et les politiques d'encadrement du marché : réduire les frictions dans les politiques axées sur la concurrence et la propriété intellectuelle au sein de l'APEC**, Ronald Hirshhorn, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

Nº 5 **La recherche d'Industrie Canada sur l'investissement étranger : enseignements et incidence sur les politiques**, Ronald Hirshhorn, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 6 **Rivalité sur les marchés internationaux et nouveaux enjeux pour l'Organisation mondiale du commerce**, Edward M. Graham, Institute for International Economics, Washington (D.C.), dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 7 **Conséquences des restrictions à la propriété étrangère pour l'économie canadienne – Une analyse sectorielle**, Steven Globerman, Université Western Washington, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 8 **Les déterminants de la croissance de la productivité canadienne : enjeux et perspectives**, Richard G. Harris, Université Simon Fraser et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 9 **Le Canada manque-t-il le « bateau technologique »? Examen des données sur les brevets,** Manuel Trajtenberg, Université de Tel-Aviv, National Bureau of Economic Research et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 10 **L'intégration économique de l'Amérique du Nord – Problématique et recherche future,** Richard G. Harris, Université Simon Fraser, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2001.

Nº 11 **Politique sociale et croissance de la productivité : quels sont les liens?**, Richard G. Harris, Université Simon Fraser et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2002.

Nº 12 **Le boom économique irlandais : les faits, les causes et les leçons**, Pierre Fortin, Université du Québec à Montréal et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2002.

Nº 13 **Les services dans la nouvelle économie : problématiques**, Brian R. Copeland, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2003.

Nº 14 **Faire du Canada la destination privilégiée des ressources mobiles à l'échelle internationale**, Keith Head et John Ries, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2004.

COLLECTION DOCUMENTS HORS SÉRIE

Nº 1 **Obstacles officiels et officieux à l'investissement dans les pays du G-7 : analyse par pays**, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes, John Knubley, Rosemary D. MacDonald et Christopher Wilkie, Industrie Canada, 1994.

Obstacles officiels et officieux à l'investissement dans les pays du G-7 : résumé et conclusions, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes et John Knubley, Industrie Canada, 1994.

Nº 2 **Les initiatives d'expansion commerciale dans les filiales de multinationales au Canada**, Julian Birkinshaw, Université Western Ontario, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 3 **Le rôle des consortiums de R-D dans le développement de la technologie**, Vinod Kumar, Research Centre for Technology Management, Université Carleton, et Sunder Magun, Centre de droit et de politique commerciale, Université d'Ottawa et Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 4 **Écarts hommes/femmes dans les programmes universitaires**, Sid Gilbert, Université de Guelph, et Alan Pomfret, King's College, Université Western Ontario, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 5 **La compétitivité : notions et mesures**, Donald G. McFetridge, Département d'économique, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 6 **Aspects institutionnels des stimulants fiscaux à la R-D : le crédit d'impôt à la RS&DE**, G. Bruce Doern, École d'administration publique, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 7 **La politique de concurrence en tant que dimension de la politique économique : une analyse comparative**, Robert D. Anderson et S. Dev Khosla, Direction de l'économique et des affaires internationales, Bureau de la politique de concurrence, Industrie Canada, 1995.

N° 8 **Mécanismes et pratiques d'évaluation des répercussions sociales et culturelles des sciences et de la technologie**, Liora Salter, Osgoode Hall Law School, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 9 **Sciences et technologie : perspectives sur les politiques publiques**, Donald G. McFetridge, Département d'économique, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 10 **Innovation endogène et croissance : conséquences du point de vue canadien**, Pierre Fortin, Université du Québec à Montréal et Institut canadien de recherches avancées, et Elhanan Helpman, Université de Tel-Aviv et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 11 **Les rapports université-industrie en sciences et technologie**, Jérôme Doutriaux, Université d'Ottawa, et Margaret Barker, Meg Barker Consulting, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

N° 12 **Technologie et économie : examen de certaines relations critiques**, Michael Gibbons, Université de Sussex, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.

Nº 13 **Le perfectionnement des compétences des cadres au Canada**, Keith Newton, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1995.

Nº 14 **Le facteur humain dans le rendement des entreprises : stratégies de gestion axées sur la productivité et la compétitivité dans l'économie du savoir**, Keith Newton, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.

Nº 15 **Les charges sociales et l'emploi : un examen de la documentation**, Joni Baran, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.

Nº 16 **Le développement durable : concepts, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise**, Philippe Crabbé, Institut de recherche sur l'environnement et l'économie, Université d'Ottawa, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 17 **La mesure du développement durable : étude des pratiques en vigueur**, Peter Hardi et Stephan Barg, avec la collaboration de Tony Hodge et Laszlo Pinter, Institut international du développement durable, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 18 **Réduction des obstacles réglementaires au commerce : leçons à tirer de l'expérience européenne pour le Canada**, Ramesh Chaitoo et Michael Hart, Centre de droit et de politique commerciale, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 19 **Analyse des mécanismes de règlement des différends commerciaux internationaux et conséquences pour l'Accord canadien sur le commerce intérieur**, E. Wayne Clendenning et Robert J. Clendenning, E. Wayne Clendenning & Associates Inc., dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

Nº 20 **Les entreprises autochtones : caractéristiques et stratégies de croissance**, David Caldwell et Pamela Hunt, Centre des conseils en gestion, dans le cadre d'un contrat avec Entreprise autochtone Canada, Industrie Canada, 1998.

Nº 21 **La recherche universitaire et la commercialisation de la propriété intellectuelle au Canada**, Wulong Gu et Lori Whewell, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1999.

Nº 22 **La comparaison des niveaux de vie au Canada et aux États-Unis – Une perspective régionale**, Raynald Létourneau et Martine Lajoie, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 2000.

Nº 23 **Liens entre changement technologique et croissance de la productivité**, Steven Globerman, Université Western Washington, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 24 **Investissement et croissance de la productivité – Étude inspirée de la théorie néoclassique et de la nouvelle théorie de la croissance**, Kevin J. Stiroh, Federal Reserve Bank de New York, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 25 **Les déterminants économiques de l'innovation**, Randall Morck, Université de l'Alberta, et Bernard Yeung, Université de New York, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 26 **Les PME, l'exportation et la création d'emploi : une analyse au niveau de l'entreprise**, Élisabeth Lefebvre et Louis A. Lefebvre, CIRANO et École polytechnique de Montréal, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2000.

Nº 27 **La localisation des activités à plus grande valeur ajoutée**, Steven Globerman, Université Western Washington, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 2001.

COLLECTION LE CANADA AU 21e SIÈCLE

Nº 1 **Tendances mondiales : 1980-2015 et au delà**, J. Bradford DeLong, Université de la Californie, Berkeley, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 2 **Libéralisation étendue axée sur les aspects fondamentaux : un cadre pour la politique commerciale canadienne**, Randy Wigle, Université Wilfrid Laurier, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 3 **L'intégration économique de l'Amérique du Nord : les 25 dernières années et les 25 prochaines années**, Gary C. Hufbauer et Jeffrey J. Schott, Institute for International Economics, Washington (D.C.), dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 4 **Les tendances démographiques au Canada, 1996-2006 : les répercussions sur les secteurs public et privé**, David K. Foot, Richard A. Loreto et Thomas W. McCormack, Madison Avenue Demographics Group, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 5 **Investissement : les défis à relever au Canada**, Ronald P.M. Giammarino, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 6 **Visualiser le 21e siècle – Investissements en infrastructure pour la croissance économique, le bien-être et le mieux-être des Canadiens**, Christian DeBresson, Université du Québec à Montréal, et Stéphanie Barker, Université de Montréal, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 7 **Les conséquences du changement technologique pour les politiques de main-d'œuvre**, Julian R. Betts, Université de la Californie à San Diego, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 8 **L'économie et l'environnement : l'expérience récente du Canada et les perspectives d'avenir**, Brian R. Copeland, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 9 **Réactions individuelles à l'évolution du marché du travail au Canada**, Paul Beaudry et David A. Green, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 10 **La réaction des entreprises – L'innovation à l'ère de l'information**, Randall Morck, Université de l'Alberta, et Bernard Yeung, Université du Michigan, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

Nº 11 **Institutions et croissance – Les politiques-cadres en tant qu'instrument de compétitivité**, Ronald J. Daniels, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

COLLECTION PERSPECTIVES SUR LE LIBRE-ÉCHANGE NORD-AMÉRICAIN

Nº 1 **La fabrication dans les pays de petite taille peut-elle survivre à la libéralisation du commerce? L'expérience de l'Accord de libre-échange Canada-États-Unis**, Keith Head et John Ries, Université de la Colombie-Britannique, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 2 **Modélisation des liens entre le commerce et l'investissement étranger direct au Canada**, Walid Hejazi et A. Edward Safarian, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 3 **Libéralisation des échanges et migration de travailleurs qualifiés**, Steven Globerman, Université Western Washington et Université Simon Fraser, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 4 **Évolution du profil sectoriel et professionnel du commerce international du Canada**, Peter Dungan et Steve Murphy, Institute for Policy Analysis, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

Nº 5 **Incidence de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis sur le commerce interprovincial**, John F. Helliwell, Université de la Colombie-Britannique, Frank C. Lee, Industrie Canada, et Hans Messinger, Statistique Canada, 1999.

Nº 6 **L'essentiel sur l'Accord de libre-échange Canada-États-Unis,** Daniel Trefler, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1999.

MONOGRAPHIE

La productivité au niveau de l'industrie et la compétitivité internationale au Canada et aux États-Unis, publié sous la direction de Dale W. Jorgenson, Université Harvard, et Frank C. Lee, Industrie Canada, 2001.

La croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information, publié sous la direction de Dale W. Jorgenson, Université Harvard, 2004.

DOCUMENTS DE RECHERCHE

Nº 1 **Investissement étranger, technologie et croissance économique,** publié sous la direction de Donald G. McFetridge, University of Calgary Press, 1991.

Nº 2 **La mondialisation des sociétés par le jeu des fusions et acquisitions**, publié sous la direction de Leonard Waverman, University of Calgary Press, 1991.

Nº 3 **Multinationales en Amérique du Nord,** publié sous la direction de Lorraine Eden, University of Calgary Press, 1994.

Nº 4 **Les multinationales canadiennes**, publié sous la direction de Steven Globerman, University of Calgary Press, 1994.

Nº 5 **La prise de décision dans les entreprises au Canada**, publié sous la direction de Ronald J. Daniels et Randall Morck, University of Calgary Press, 1995.

Nº 6 **La croissance fondée sur le savoir et son incidence sur les politiques microéconomiques**, publié sous la direction de Peter Howitt, University of Calgary Press, 1996.

Nº 7 **La région de l'Asie-Pacifique et l'économie mondiale : perspectives canadiennes**, publié sous la direction de Richard G. Harris, University of Calgary Press, 1996.

Nº 8 **Le financement de la croissance au Canada**, publié sous la direction de Paul J.N. Halpern, University of Calgary Press, 1997.

Nº 9 **La politique de concurrence et les droits de propriété intellectuelle dans l'économie du savoir**, publié sous la direction de Robert D. Anderson et Nancy T. Gallini, University of Calgary Press, 1998.

Nº 10 **Les enjeux de la productivité au Canada**, publié sous la direction de Someshwar Rao et Andrew Sharpe, University of Calgary Press, 2002.

Nº 11 **Les liens en Amérique du Nord : Occasions et défis pour le Canada**, publié sous la direction de Richard G. Harris, University of Calgary Press, 2003.

PUBLICATIONS CONJOINTES

Capital Budgeting in the Public Sector, en collaboration avec le John Deutsch Institute, sous la direction de Jack Mintz et Ross S. Preston, 1994.

Infrastructure and Competitiveness, en collaboration avec le John Deutsch Institute, sous la direction de Jack Mintz et Ross S. Preston, 1994.

Getting the Green Light: Environmental Regulation and Investment in Canada, en collaboration avec l'Institut C.D. Howe, Jamie Benidickson, G. Bruce Doern et Nancy Olewiler, 1994.

Pour obtenir des exemplaires de l'un des documents publiés dans le cadre du Programme des publications de recherche d'Industrie Canada, veuillez communiquer avec le :

Responsable des publications
Analyse de la politique micro-économique
Industrie Canada
10e étage, tour Est
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Tél. : (613) 952-5704; téléc. : (613) 991-1261; courriel : mepa.apme@ic.gc.ca